This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

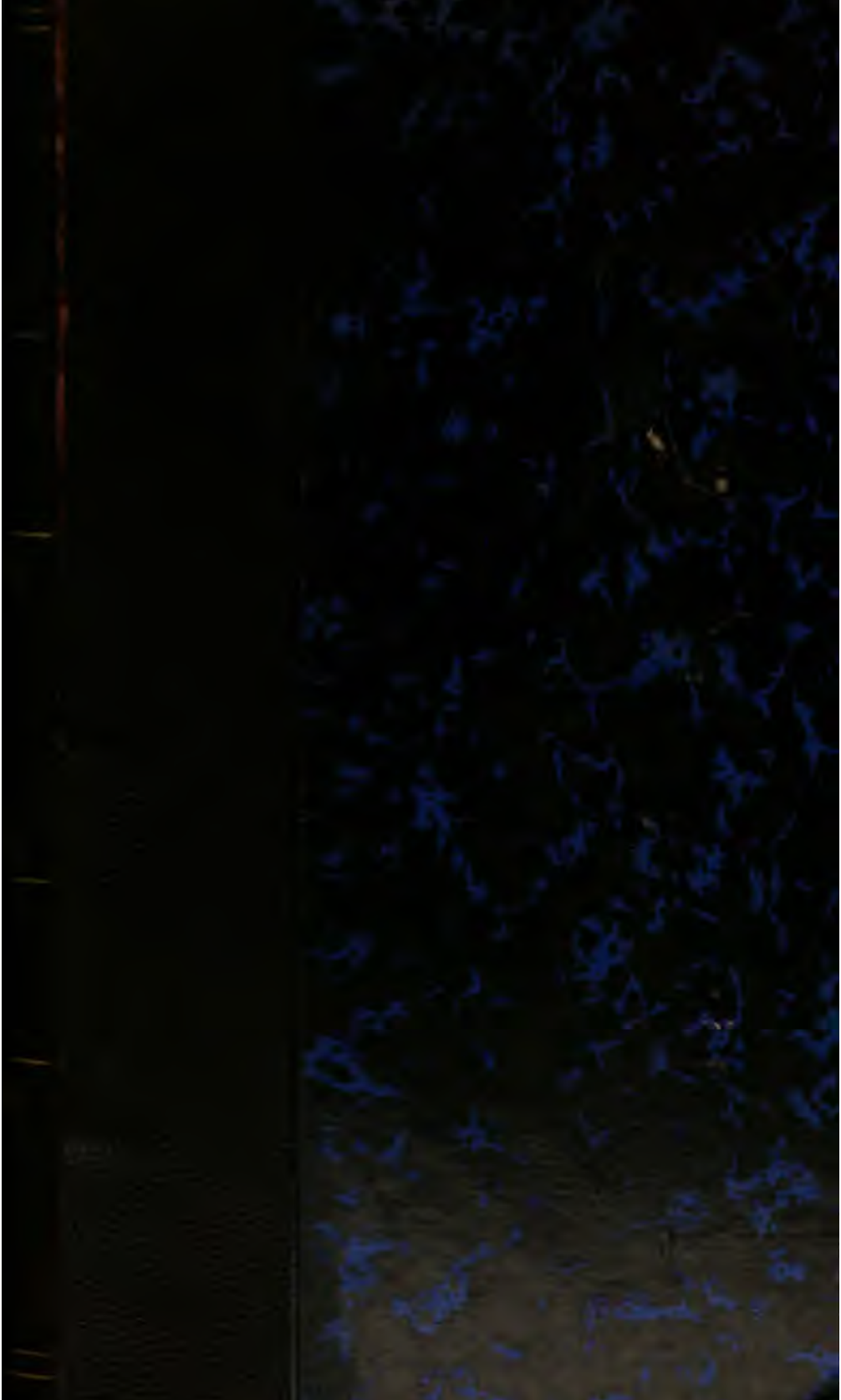
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

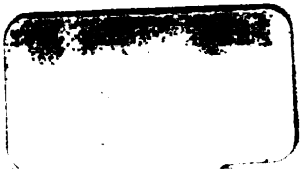
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`



BOSTON
MEDICAL LIBRARY
8 THE FENWAY.



Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung

von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**
Professor der Botanik Professor der Zoologie

herausgegeben

von

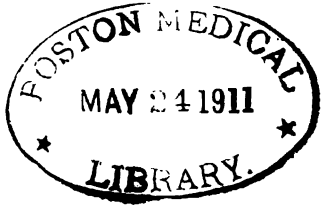
Dr. J. Rosenthal,
Professor der Physiologie in Erlangen.

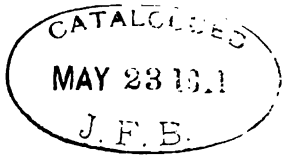
Vierzehnter Band.

1894.

Mit 83 Abbildungen.

Leipzig.
Verlag von Eduard Besold.
(Arthur Georgi.)
1894.





K. b. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Fr. Junge (Junge & Sohn) in Erlangen.

Inhaltsübersicht des vierzehnten Bandes.

Seite

Weismann, Die Allmacht der Naturzüchtung 1
Potonié, Pseudo-Viviparie an *Juncus bufonius* L. 11
Emery, Ueber Entstehung des Soziallebens bei Hymenopteren 20
Keller, Pädagogisch-psychometrische Studien 23, 38
Francé, Zur Biologie des Planktons 33
Emery, Die Entstehung und Ausbildung des Arbeiterstandes bei den Ameisen 53
Wasmann, Zur Morphologie, Biologie und Pathologie der Nonne . . . 59
Roth, Klinische Terminologie 64
Ziegler, Die Urgeschichte der Familie vom Standpunkte der Entwicklungslehre 65
Reh, Zur Frage nach der Vererbung erworbener Eigenschaften 71
Ritzema Bos, Untersuchungen über die Folgen der Zucht in engster Blutsverwandtschaft 75
Blochmann, Kleinere Mitteilungen über Protozoen 82
Blochmann, Maßangaben in Lehrbüchern 91
Bethe, Ueber die Erhaltung des Gleichgewichts 95, 563
v. Lendenfeld, Die systematische Stellung von *Placospongia* 115
Werner, Zoologische Miszellen 116, 166, 201
Stieda, Berichte über die russische zoologische Litteratur 1888—1889, herausgegeben von G. Koschewnikow 119
Zacharias, Ueber die Verteilung der Planktonorganismen innerhalb eines Sees 122
Keller, Fortschritte auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie und -biologie 129, 177, 241, 273, 305
Braem, Ueber die Knospung bei mehrschichtigen Tieren, insbesondere bei Hydroiden 140
Schaudinn, Die Fortpflanzung der Foraminiferen und eine neue Art der Kernvermehrung 161
Hansemann, Studien über die Spezifizität, den Altruismus und die Anaplasie der Zellen, mit besonderer Berücksichtigung der Geschwülste 169
Blochmann, Ueber die Kernteilung bei *Euglena* 194
Blochmann, Zur Kenntnis von *Dimorpha mutans* 197
Nehring, Kreuzungen von *Cavia aperea* und *Cavia cobaya* 206
Keller, Alphonse de Candolle 209

Seite
Zacharias, Ueber Periodizität und Vermehrung der Planktonwesen . . 226
Merkel u. Bonnet, Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte 240
Spencer, Die Unzulänglichkeit der „natürlichen Zuchtwahl" (Nachschrift) 230, 259
Field, Die bibliographische Reform 270
Imhof, Fauna hochgelegener Seen 287
Imhof, Ueber das Vorkommen von Fischen in den Alpenseen der Schweiz 294
Zacharias, Aus der biolog. Süßwasserstation am Gullsee in Minnesota 299
Pictet, De l'emploi méthodique des basses températures en biologie . . 300
Neunzehnte Versammlung des Deutschen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege zu Magdeburg 304
Festschrift für August Weismann 314
Chittenden, Neuere physiologisch-chemische Untersuchungen über die Zelle 320, 375
Keller, Pädagogisch-psychometrische Studien (2. Mitteilung) 328
Shinz, Böhm und Fairmaire, Ueber das Pfeilgift von Kaliχari-San 337
Braem, Ueber den Einfluss des Druckes auf die Zellteilung und über die Bedeutung dieses Einflusses für die normale Eifurchung 340
Eismond, Zur Ontogenie des *Amphioxus lanceolatus* 353
Wagner, Einige Betrachtungen über die Bildung der Keimblätter, der Dotterzellen und der Embryonalhüllen bei Arthropoden 361
Nagel, Beobachtungen über den Lichtsinn augenloser Muscheln . . . 385
Lauterborn, Ueber die Winterfauna einiger Gewässer der Oberrheinebene 390
Fürbringer, Untersuchungen zur Morphologie und Systematik der Vögel, zugleich ein Beitrag zur Anatomie der Stütz- und Bewegungsorgane 399, 434, 593, 647
Auerbach, Ueber merkwürdige Vorgänge am Sperma von *Dytiscus marginalis* 408
Hürthle, Beiträge zur Kenntnis des Sekretionsvorganges in der Schilddrüse; Derselbe, Ueber den Sekretionsvorgang in der Schilddrüse 411
v. Lendenfeld, Haacke's Gemmarienlehre 413
Gautier, Die Ernährung der Zelle 417
Korotneff, Zur Entwicklung des Mitteldarms bei den Arthropoden . . 433
Hertwig, Die Zelle und die Gewebe. Grundzüge der allgemeinen Anatomie und Physiologie 443
Programm für das Werk: „Das Tierreich". Eine Zusammenstellung und Kennzeichnung der rezenten Tierformen 444
Drei Preisaufgaben des Deutschen Fischerei-Vereins 446
66. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte. Wien 1894 . . 448
vom Rath, Ueber die Konstanz der Chromosomenzahl bei Tieren . . 449
Plateau, Einige Fälle falscher Mimikry 471
Müller, Die Begründung einer Wissenschaft der Haustierleistungen auf anatomisch-physiologischer Grundlage 473
Bergh, Vorlesungen über die Zelle und die einfachen Gewebe des tierischen Körpers 478
Hodgkins-Preise 480
Kochs, Gibt es ein Zellleben ohne Mikroorganismen? 481
v. Erlanger, Bemerkungen zur Embryologie der Gasteropoden, II. . . 491
Imhof, Die Rotatorien der großen Seen in Michigan, Nord-Amerika . 494

Seite

Luciani, De l'influence qu' exercent les mutilations cérébelleuses sur l'excitabilité de l'écorce cérébrale et sur les réflexes spinaux . . . 495
Haacke, R. v. Lendenfeld's Kritik der Gemmarienlehre 497
Haacke, Die Vererbung erworbener Eigenschaften 513, 529
Nagel, Ergebnisse vergleichend-physiologischer und anatomischer Untersuchungen über den Geruchs- und Geschmackssinn und ihre Organe 543
Gottlieb, Beiträge zur Physiologie und Pharmakologie der Pankreassekretion 556
Zacharias, Die biologische Süßwasserstation der Universität von Illinois 559
Bauer, Ueber das Verhältnis von Eiweiß zu Dotter und Schale in den Vogeleiern 560
Reibisch, Ergebnisse der Plankton-Expedition 561
v. Erlanger, Zur Morphologie und Embryologie eines Tardigraden (*Macrobiotus Macronyx*) 582
Haacke, Die stammesgeschichtliche Verschiebung der Längenverhältnisse von Arm und Bein beim Menschen 585
Häcker, Eine neue Schrift zur Vererbungslehre 598
Zacharias, Biologische Untersuchungen in amerikanischen Seen . . . 605
Deutscher Verein für öffentliche Gesundheitspflege in Magdeburg . . . 607
Wolff, Bemerkungen zum Darwinismus mit einem experimentellen Beitrag zur Physiologie der Entwicklung 609
Przesmycki, Ueber die Zellkörnchen bei den Protozoen 620
Haacke, Die Formenphilosophie von Hans Driesch und das Wesen des Organismus 626, 666, 697
Zacharias, Ueber die wechselnde Quantität des Planktons im großen Plöner See 651
Herbst, Ueber die Bedeutung der Reizphysiologie für die kausale Auffassung von Vorgängen in der tierischen Ontogenese 657, 689, 727, 753, 800
Lang, Zur Frage der Knospung der Hydroiden 682
Seelmann, Beschleunigte Färbung der Blutkörperchen 687
Walther, Bionomie des Meeres. Beobachtungen über die marinen Lebensbezirke und Existenzbedingungen 688
Beneke, Sammlung mikroskopischer Präparate 718
Emery, Gedanken zur Descendenz- und Vererbungstheorie 721
Voigt, Die ungeschlechtliche Fortpflanzung der Turbellarien . . 745, 771
Wiedersheim, Der Bau des Menschen als Zeugnis für seine Vergangenheit 751
Klebs, Ueber das Verhältnis des männlichen und weiblichen Geschlechts in der Natur 752
v. Lendenfeld, Einige neuere Arbeiten über die Verdauung bei Infusorien und Plasmodien 777
Nusbaum, Einige Bemerkungen über die Extremitätenanlagen bei den Isopodenembryonen 779
Mayer, Kleinere Schriften und Briefe. Nebst Mitteilungen aus seinem Leben 780
Bowditch, Are composite photographs typical pictures? 783
Ewald, The influence of light on the gas exchange in animal tissues . 784
Gley, Brown-Séquard 785
Nagel, Ein Beitrag zur Kenntnis des Lichtsinnes augenloser Tiere . . 810

Seite

Exner, Entwurf zu einer physiologischen Erklärung der psychischen Erscheinungen 813

Strasburger, Ueber periodische Reduktion der Chromosomenzahl im Entwicklungsgang der Organismen 817, 849

Schimkewitsch, Ueber die exkretorische Thätigkeit des Mitteldarmes der Würmer 838

Korotneff, Embryonale Entwicklung der *Salpa democratica* 841

Loeb, On some facts and principles of physiological Morphology . . . 846

Marshall, Neueröffnetes, wundersames Arzenei-Kästlein, darin allerlei gründliche Nachrichten, wie es unsere Voreltern mit den Heilkräften der Tiere gehalten haben, zu finden sind 848

Bateson, Materials for the study of variation treated with especial regard to discontinuity in the origin of species 866

Noll, Eine neue Eigenschaft des Wurzelsystems 876

Noll, Morphologischer Aufbau der Abietineen-Zapfen 878

Berichtigungen.

Im Inhaltsverzeichnis der Nr. 18 und 19 lies: Vorgängen statt: Vorzügen.

S. 659	Zeile	9	von	unten	lies:	*Gl. gracillima*	„	*gracillina.*
„ 660	„	1	„	oben	„	gewöhnlichem	„	gewöhnlichen.
„ 661	„	2	„	unten	„	ultraviolette	„	ultroviolette.
„ 663	„	8	„	oben	„	ausgesprochene negative Geotaxis	„	a. n. Geotropismus.
„ 664	„	4	„	oben	„	der neg. Geotaxis	„	des n. Geotr.
„ 664	„	4	„	oben	schiebe hinter „geringeren“		„Druckes“	ein.
„ 666	„	1	„	oben	lies:	abnorme	statt:	aborme
„ 666	„	8	„	oben	„	*E. anfractuosum* erinnert,	„	*E. attractuosum.*
„ 666	„	19	„	oben	„	*Nisita*	„	*Nisida.*
„ 682	„	10	„	unten	„	*Plumularia echinulata*	„	*Plumularia echimulata.*
„ 740	„	5. u. 7	„	oben	„	geotaktischen	„	geotropischen.
„ 744	„	28	„	oben	„	*Sp. undula*	„	*nudula.*
„ 802	„	1	„	unten	„	Driesch	„	Drieseh.

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIV. Band. 1. Januar 1894. **Nr. 1.**

BOSTON MEDICAL LIBRARY MAY 24 1911

Inhalt: **Weismann**, Die Allmacht der Naturzüchtung. — **Potonié**, Pseudo-Viviparie an *Juncus bufonius* L. — **Emery**, Ueber Entstehung des Soziallebens bei Hymenopteren. — **Keller**, Pädagogisch-psychometrische Studien.

Die Allmacht der Naturzüchtung.

Eine Erwiderung an Herbert Spencer von August Weismann.

Jena, G. Fischer, 1893.

Die vorstehend genannte, soeben erschienene Publikation Weismann's ist, wie schon der Titelzusatz besagt, eine Antwort auf Ausführungen H. Spencer's[1]). Es wäre wohl nicht am Platze, in dieser Zeitschrift auf eine wissenschaftliche Kontroverse in einseitiger Weise einzugehen, wenn nicht in dem Gewande der vorliegenden „Erwiderung" eine allgemein interessierende Erörterung über die Bedeutung der natürlichen Zuchtwahl Raum gefunden hätte. Es kam Weismann darauf an, bei dieser Gelegenheit einmal ausführlich zu erläutern, „dass das Prinzip der Selektion sich über den Wert einer bloßen Hypothese erheben und als thatsächlich wirkend nachweisen lässt".

Eine Darlegung der bezüglichen Auffassung Weismann's dürfte in doppelter Hinsicht nicht unerwünscht sein.

Einmal bietet sie eine Ergänzung zu der in dieser Zeitschrift bereits referierten Vererbungslehre desselben Autors, wobei der Umstand ins Gewicht fällt, dass über die Tragweite der Naturzüchtung als formbildenden Faktors in der heutigen Entwicklungslehre selbst bei Denjenigen noch Bedenken bestehen, welche die Vorstellung, „dass wirklich die Variationen durch den Kampf ums Dasein in bestimmter Weise gerichtet würden und so das Zweckmäßige hervorbrächten", wenn auch nur als „eine schöne und bestrickende Hypothese" gelten lassen möchten.

1) Vergl. The contemporary Review, February and March and May 1893, London. (Biol. Centralblatt, 1893, Nr. 22—24. Der Schluss wird demnächst folgen Die Red.)

Zweitens betrifft aber der Angelpunkt der Spencer-Weismann'schen Kontroverse die Frage, ob im individuellen Leben erworbene Eigenschaften vererbt werden oder nicht. Es unterliegt nun keinem Zweifel, dass diese Frage, welche bekanntlich Spencer im Anschlusse an Darwin im positiven, Weismann dagegen im negativen Sinne entscheidet, für das richtige Verständnis der Formenbildung in der Organismenwelt von außerordentlicher Wichtigkeit ist.

Diese Erwägungen dürften den im folgenden gebotenen kurzen Bericht über Weismann's jüngste Arbeit genügend rechtfertigen. —

Den Ausgangspunkt für die Ausführungen Weismann's bildet naturgemäß der Gedankengang des Spencer'schen Artikels.

Vergegenwärtigen wir uns denselben in Kürze: Der englische Philosoph bestreitet die Richtigkeit der Aufstellung Weismann's, dass im individuellen Leben erworbene Abänderungen nicht erblich übertragen werden. Veranlassung dazu bietet ihm der theoretische Gesichtspunkt, dass zur Erklärung der als „Koadaption" bezeichneten korrelativen Abänderung verschiedener, aber zu einer physiologischen Gesamtleistung verbundener Teile der Annahme der Vererbbarkeit erworbener Eigenschaften nicht entbehrt werden könne, denn sonst müsste notwendigerweise jede Art von Abänderung, sofern sie vererbt und dadurch zu einer dauernden wird, durch die Wirksamkeit der natürlichen Zuchtwahl hervorgebracht worden sein. Wollte man aber diese letztere Annahme machen, dann wäre es eine unvermeidliche Konsequenz derselben, dass auch die thatsächlich vorliegenden korrelativen Abänderungen, welche die Variation eines Teiles begleiten, spontane Veränderungen darstellen, deren Hervorbildung durch natürliche Selektion bewirkt sein müsste. Es wäre also unerlässlich, dass die Abänderung eines Teiles die gleichgerichtete Variation der korrelativen Teile im Gefolge habe; demnach müsste beispielsweise „die Vergrößerung des Geweihes beim Hirsch immer schon von selbst mit einer Verdickung der Schädelwand, einer Verstärkung des Nackenbandes und der Hals- und Rückenmuskeln" einhergehen. Dem stände aber die Thatsache schroff gegenüber, „dass kooperierende Teile ganz verschieden, ja entgegengesetzt variiert haben", wie das z. B. ein Vergleich des vorderen und hinteren Extremitätenpaares der Kängurus lehrt. Die zu einer einheitlichen physiologischen Leistung kombinierten Teile müssen also — meint Spencer — unabhängig von einander variieren; dann wäre aber im Sinne der Weismann'schen Auffassung die durch Nichts gerechtfertigte Annahme nicht zu umgehen, dass „alle die zusammenwirkenden Teile zu gleicher Zeit der Naturzüchtung die geeigneten Variationen darbieten", da andernfalls die Abänderung bloß des einen Teiles nutzlos wäre. So bliebe also nur der eine Weg der Erklärung, dass die Abänderung eines Teiles einen entsprechenden Betrag von gleichzeitigen und gleichsinnigen Modi-

fikationen in den korrelativen Teilen mit sich bringe, welche nur durch die Annahme einer Vererbung funktioneller Abänderungen, also erworbener Eigenschaften zu ermöglichen sei.

Soweit Spencer.

Weismann gibt zu, „dass der Einwurf Spencer's ein bestechender ist", meint aber, dass derselbe zwar eine „leichtere" Erklärung der bezüglichen Erscheinungen darstellt, aber deshalb noch nicht die „richtige" zu sein braucht.

Um der Argumentierung Spencer's entscheidend zu begegnen, hält Weismann mit Recht den Nachweis für geboten, „dass Abänderungen eines Körperteiles von kompliziertem Bau, dessen Leistungen mit vielen anderen Teilen zusammenhängen, vor sich gegangen sind, ohne dass Vererbung erworbener Abänderungen dabei im Spiel gewesen sein kann". Es gibt nun in den sog. Neutra der gesellig in Staatsverbänden lebenden Insekten, in erster Linie der Ameisen Tierformen, „welche sich nicht fortpflanzen, sondern immer wieder von neuem von Eltern hervorgebracht werden, die ihnen nicht gleichen, und diese Tiere, die also nichts vererben können, haben sich trotzdem im Laufe der Erdgeschichte verändert, haben überflüssige Teile eingebüßt, andere vergrößert und umgestaltet, und diese Umgestaltungen sind zuweilen sehr bedeutende und verlangen die Veränderung vieler Teile des Körpers, weil viele Teile sich nach ihnen richten, mit ihnen in Harmonie stehen müssen".

Wie verhält es sich also mit diesen verkümmerten Weibchen oder Arbeiterinnen der Ameisen hinsichtlich ihrer phyletischen Hervorbildung?

Dass die Ameisen-Neutra thatsächlich rudimentäre Weibchen darstellen und von ursprünglich fruchtbaren abstammen, wird kein Kundiger ernstlich in Zweifel ziehen. In ihrer Organisation zeigen sie aber von ihren Eltern, sowohl mütterlicherseits wie väterlicherseits mannigfaltige und bedeutsame Verschiedenheiten, die als regressive und als progressive Umbildungen unterschieden werden können.

In die Kategorie der ersteren gehört vor Allem der Geschlechtsapparat. Das receptaculum seminis ist vollkommen verloren gegangen, der Eierstock bei den verschiedenen Arten in verschiedenem Grade bis zu vollständigem Schwunde zurückgebildet.

Ferner sind die Augen hier anzuziehen. In der Form von Ocellen sind sie oft ganz in Fortfall gekommen, als Facettenaugen aber sind sie durch die geringere Zahl der sie zusammensetzenden Facetten gegenüber denselben Gebilden bei den typischen Männchen und Weibchen der gleichen Art unterschieden.

Auch die Flügel der Arbeiterinnen sind vollständig rudimentär geworden. Dies gilt vom fertigen Insekt; gerade hier zeigt aber die Ontogenie, „dass die Stammformen schon Flügel besaßen, denn Dewitz hat die Imaginalscheiben der Flügel in der Larve nachgewiesen; die-

selben entwickeln sich aber in der Puppe nicht mehr weiter". Mit dem Verlust des Flugorgans steht weiterhin die Rückbildung des Trägers desselben in Zusammenhang. Meso- und Metathorax stellen regressive Bildungen vor, mit welchen auch eine entsprechende Verkümmerung der Flugmuskulatur des Thorax verbunden ist.

Endlich sind alle mit der Fortpflanzung verknüpften Instinkte bei den Arbeiterinnen-Ameisen mehr oder weniger vollständig unterdrückt worden.

Diese regressiven Thatsachen erklärt Weismann bekanntlich durch Panmixie, „denn wo keine Nachkommen sind, da kann auch die Wirkung des Nichtgebrauchs nicht auf sie übertragen werden". Dazu kommt noch, dass Organe wie die Flügel der Insekten Bildungen sind, „deren Vollkommenheit durchaus nicht von ihrem Gebrauch abhängt; sie sind fertig, ehe sie gebraucht werden, und nützen sich durch den Gebrauch höchstens ab, anstatt dadurch stärker zu werden".

Die Verminderung der Facetten in den Augen der Arbeiterinnen bietet aber auch einen interessanten Beleg dafür, „dass Verkümmerung eines Organs nicht auf Vererbung funktioneller Atrophie beruht, dass es vielmehr verkümmern kann, auch wenn es fortfährt, zu funktionieren". Die Lebensweise der Ameisen-Neutra setzt die Augen derselben so gut wie die der Weibchen der Einwirkung des Lichtes aus, wenn auch bei den letzteren noch der Hochzeitsflug hinzukommt. Die Sehorgane der Arbeiterinnen werden also heute gerade so wie früher, wo ihre Träger noch als fruchtbare Weibchen funktionierten, von den Lichtstrahlen getroffen. Ihre Rückbildung kann demnach nicht in mangelhafter funktioneller Uebung begründet sein, „sondern sie verkümmern, weil und soweit sie überflüssig sind zur vollkommenen Ausführung der Lebensaufgaben einer Arbeiterin".

Zu den progressiven Umbildungen, welche sich im Laufe der phyletischen Entwicklung am Organismus der Ameisen-Neutra vollzogen haben, ist in erster Linie die außerordentliche Ausbildung, welche das Gehirn dieser Tierformen erfahren hat, zu rechnen. Sie hängt naturgemäß zusammen „mit der größeren Intelligenz und den vielseitigeren Instinkten der Arbeiterinnen, deren Funktionen bekanntlich sehr mannigfacher Art sind, und zum Teil derartige, wie sie erst durch die Staatenbildung und die Existenz von Arbeitern möglich geworden sind".

Aber bei manchen Arten der Gattung *Atta* gibt es zweierlei Formen von Arbeiterinnen, von welchen man die zur Verteidigung der Kolonie bestimmten „Soldaten" genannt hat. Diese sind ausgezeichnet durch die mächtige Ausbildung der Kiefer, mit welcher eine entsprechende Verstärkung der die Kiefer bewegenden Muskeln einhergeht, Besonderheiten, welche notwendig eine Vergrößerung des ganzen

Kopfes bedingten. In diesen Verhältnissen liegt ein Paralellfall zu dem von Spencer angezogenen und oben erwähnten Beispiel von der Entwicklung eines kräftigeren Geweihes beim Hirsch vor, d. h. wir haben es mit einer Hervorbildung zu thun, bei deren Entstehung „viele Teile gleichzeitig und in Harmonie mit einander verändert worden sein müssen".

Solche Erwerbungen können nun niemals durch Vererbung funktioneller Abänderungen gewonnen worden sein, „da die Arbeiterinnen sich nicht oder doch nur ganz ausnahmsweise fortpflanzen". Es bleibt daher nur die Möglichkeit, dass sie „durch Selektion der Ameiseneltern" gezüchtet wurden in der Weise, „dass immer diejenigen Eltern am meisten Aussicht auf Erhaltung ihrer Kolonie hatten, welche die besten Arbeiterinnen hervorbrachten". Diese Erklärung ist die einzig zulässige. „Darauf aber grade, dass keine andere Erklärung denkbar ist, beruht überhaupt die Notwendigkeit für uns, das Prinzip der Naturzüchtung anzunehmen. Sie allein vermag die Zweckmäßigkeiten der Organismen zu erklären, ohne ein zweckthätiges Prinzip zu Hilfe zu nehmen".

Spencer gegenüber hebt Weismann hervor, dass man „von der leichten oder schwereren Vorstellbarkeit eines Vorgangs" nicht auf dessen Wirklichkeit ohne Weiteres schließen dürfe. „Ich muss sagen — äußert Weismann —, dass mir grade inbezug auf die Berechtigung, den Vorgang der Naturzüchtung in einem bestimmten Falle anzunehmen, wenig darauf anzukommen scheint, ob wir ihn uns leichter oder schwerer, oder selbst sehr schwer nur vorzustellen vermögen, und zwar deshalb, weil ich nicht glaube, dass wir in irgend einem Falle überhaupt im Stande sind, uns die morphologische Umwandlung dabei wirklich und im Einzelnen vorzustellen".

Diese Schwierigkeit besteht also ganz allgemein, in einem Falle vielleicht in einem erhöhteren Maße als in einem anderen, denn es fehlen uns die empirischen Grundlagen, um den „Selektionswert" (Romanes) irgend einer Abänderung beurteilen zu können; „wir können nur im Allgemeinen mit Darwin sagen, dass Selektion durch Häufung „kleinster Variationen" arbeitet, und daraus schließen, dass diese „kleinsten Variationen" Selektionswert besitzen müssen". Fragen wir uns z. B., ob „eine Raubfliegenvariation mit einer Facette mehr an den Netzaugen, als die übrigen Artgenossen, daraus einen so großen Vorteil zieht, dass sie mehr Nachkommen hinterlassen wird, als ihre anderen Artgenossen? Oder müssten es zwei Facetten mehr sein, oder würde der Selektionswert erst bei einer Differenz von zehn Facetten erreicht? Wer kann behaupten, dass er darüber etwas sagen könnte? Und dennoch haben wir keine

andere Erklärung für die auffallende genaue Anpassung der Netzaugen bei allen Insekten an ihre Lebensbedingungen, als Naturzüchtung".

Es ist „die Macht der Logik", die uns zwingt, in Naturzüchtung „das Erklärungsprinzip der Umwandlungen" zu erkennen, „weil uns alle anderen scheinbaren Erklärungsprinzipien im Stich lassen, und weil es nicht denkbar ist, dass es noch ein anderes Prinzip geben könne, welches die Zweckmäßigkeit der Organismen erklärt, ohne ein zweckthätiges Prinzip zu Hilfe zu nehmen". Naturzüchtung ist „die einzig denkbare natürliche Erklärung der Organismen" im Sinne von „Anpassungen an die Bedingungen".

Kehren wir nun zu den Ameisen zurück. „Wenn sich die Augen der Arbeiterinnen bei vielen Ameisen zurückbilden, obgleich diese Tiere sich nicht fortpflanzen, und obgleich ihre Augen kaum weniger vom Licht getroffen werden, als diejenigen der Geschlechtstiere, von welchen sie erzeugt werden, so kann das ganz unmöglich auf der Vererbung von Nichtgebrauch beruhen. Und wenn harmonische Umgestaltung des Kopfes mit allen seinen und des Thorax zusammenwirkenden Teilen bei den sterilen Arbeiterinnen gewisser Ameisen-Arten eingetreten ist, so muss dies geschehen sein ohne jede Mitwirkung einer hypothetischen Vererbung funktioneller Abänderung".

Da die Thatsachen unanfechtbar sind, muss auch die an dieselben geknüpfte Schlussfolge zutreffen. Eine kurze Darlegung mag dies vollends klar machen.

Man könnte sich nämlich auf den Umstand berufen, dass ja die Unfruchtbarkeit der Ameisen-Neutra keine absolute ist und demnach die Möglichkeit, dass die Charaktere derselben durch Vererbung übertragen werden, nicht ausgeschlossen sei. Dieser Einwand ist in keiner Weise stichhaltig, denn die nur gelegentliche und daher exzeptionelle Fortpflanzung von Arbeiterinnen, bei welcher aus den parthenogenetisch sich entwickelnden Eiern immer bloß Männchen entstehen, würde doch niemals die allgemeine Verbreitung der Arbeiterinnen-Charaktere in der ganzen Kolonie zu erklären vermögen, „weil die wenigen Männchen, welche von Arbeiterinnen abstammen, einer viel größeren Zahl von Männchen gegenüberständen, welche von Königinnen stammen". Endgiltig entscheidend ist aber die Thatsache, dass bei einer Ameise, der *Solenopsis fugax* die regressive Entwicklung des Eierstocks „bis zum Verschwinden sämtlicher Eiröhren, also bis zu vollkommener Unfruchtbarkeit" geführt hat, so dass also in diesem Falle die Hervorbringung von Ameisen-Männchen, welche die Arbeiterinneneigenschaften erblich weitergeben könnten, vollkommen unmöglich geworden ist.

Uebrigens ist nach der übereinstimmenden Ansicht der kenntnisreichsten Formikologen wie z. B. Forel's gerade die Eigentümlich-

keit der Unfruchtbarkeit das Charakteristische der Arbeiterinnen. Der genannte Forscher erblickt deshalb auch in der Entstehung der Unfruchtbarkeit „das zeitlich Primäre“ in der phyletischen Herausbildung dieser Ameisen-Formen, so dass die etwaige Annahme, „dass die Arbeiterinnen im Laufe der Phylogenese ihre Fruchtbarkeit erst ganz zuletzt eingebüßt hätten, nachdem sie bereits ihre übrigen Umwandlungen eingegangen hatten“, vorerst einer Begründung völlig entbehrt. Wer aber trotzdem in dem Erwerb der Unfruchtbarkeit nicht den Anfang sondern den Schlusspunkt des Umbildungsprozesses, welchem die Arbeiterinnen im Gange ihrer phylogenetischen Entwicklung unterworfen wurden, sehen will, der gerät schließlich vor die unlösbare Frage: „wie ist die Unfruchtbarkeit selbst als erbliche Einrichtung entstanden?“

Indess bieten die Ameisen-Neutra noch einen weiteren Beweis dafür, dass ihre Umbildung „unabhängig von direkter Vererbung“ sich vollzogen haben muss. Der Instinkt nämlich, welcher die Ameisen zur Haltung sog. Sklaven veranlasste, hat „an den Herren“ eine Reihe von Abänderungen bewirkt, welche allein die Naturzüchtung zu erklären vermag, „da der Trieb, Sklaven zu halten, erst entstanden sein kann, als bereits Arbeiter vorhanden waren“.

Die Sklaverei ist keine weitverbreitete Einrichtung unter den staatenbildenden Ameisen; den meisten Arten fehlt sie sogar. Sie findet sich aber bei *Formica sanguinea* und *Polyergus rufescens*. Bei der ersteren Species tritt sie fakultativ auf, d. h., in den Kolonien dieser Tiere werden bald Sklaven angetroffen, bald fehlen sie, bei *Polyergus rufescens* sind sie aber eine dauernde Eigentümlichkeit der betreffenden Stöcke. Beide Arten bieten uns demnach zwei Etappen in der Entwicklung des Triebes zur Sklavenhaltung dar. „Zwischen diesen beiden Stadien nun muss der Ursprung der Veränderungen liegen, welche bei *Polyergus* durch das Sklavenhalten entstanden sind“. Die Umbildungen betreffen zunächst „die Umwandlung der Kiefer aus Arbeitswerkzeugen in tötliche Waffen und geschickte Transportwerkzeuge“. Diese Abänderungen erweisen sich insgesamt als ungemein zweckmäßige Anpassungs-Einrichtungen zum selbst gewaltsamen Puppenraub und können niemals durch Vererbung funktioneller Modifikationen entstanden sein. Hier handelt es sich in der That um „positive Selektion“. Doch die morphologische Umgestaltung des Kieferapparates ist nur die eine Seite des zur dauernden Einrichtung der Sklaverei führenden Entwicklungsprozesses. Hand in Hand damit geht „die Verkümmerung der gewöhnlichen Instinkte“ der Arbeiterinnen wie der „Sorge für die Brut, den Nestbau, die Nahrungsvorräte und die höchst ungewöhnliche und höchst lehrreiche Verkümmerung des Triebes der Nahrungssuche“, an deren Stelle ein mächtiger Kampf- und Raubtrieb, der persönliche

Mut zur Ausbildung gekommen sind. Für die Entstehung der neuen Instinkte muss natürlicherweise dieselbe Erklärung wie für die morphologische Umwandlung, positive Naturzüchtung, herangezogen werden und Geltung haben, dagegen ist die weitgehende Rückbildung der ursprünglichen Triebe nur durch „negative Selektion" oder Panmixie zu verstehen.

Das Gesagte genügt, um das Ergebnis der an den Ameisen-Neutra angestellten Untersuchungen in die folgenden Sätze zusammenzufassen:

1) Die harmonische Abänderung (Koadaption Spencer's) kann **nicht** durch Vererbung funktioneller Modifikationen erzielt worden sein.
2) Die koadaptiven Veränderungen können durch Naturzüchtung bewirkt worden sein.
3) Da aber die Thatsachen der Anpassung sich überhaupt nur entweder durch Vererbung erworbener Eigenschaften oder durch natürliche Zuchtwahl verstehen lassen, so ist die Erklärung der korrelativen Modifikationen durch Naturzüchtung „die einzig mögliche Erklärung".
4) Durch den Nachweis, dass die Vererbung funktioneller Abänderungen zur Erklärung der Charaktere der Arbeiterinnen mit Sicherheit ausgeschlossen werden kann, ist demnach „zum mindesten für diesen Fall die Wirklichkeit der Naturzüchtung erwiesen".

Wenn nun „in diesem einen bestimmten aber sehr vielseitigen Falle der Kampf ums Dasein so wirkt, wie Naturzüchtung annimmt, d. h. so wie der wählende Züchter bei der künstlichen Züchtung, dann müssen auch die kleinen Variationen, welche wir überall und bei allen Körperteilen vorfinden, Selektionswert besitzen können, und wenn sie diesen besitzen in diesem Falle, so liegt kein Grund vor, dass sie ihn in unzähligen anderen analogen Fällen nicht auch besitzen sollten — mit anderen Worten: „Naturzüchtung bewirkt alle Art-Anpassungen". In solchem Zusammenhange verlieren „die allgemeinen Einwürfe, welche sich auf unsere Unfähigkeit stützen, den Selektionswert im einzelnen Fall zu erweisen", die bisher ihnen zuerkannte Bedeutung.

So gelangt Weismann zu der fundamentalen These, dass die natürliche Zuchtwahl nicht bloß einer oder der hauptsächlichste sondern der **einzige** formbildende und damit Arten schaffende Faktor in der organischen Natur ist, zu der Vorstellung von der „Allmacht der Naturzüchtung". Die hypothetische Annahme der Vererbung funktioneller Abänderungen aber, also den Kernpunkt der Kontroverse mit Spencer, welche zu den im Vorstehenden skizzierten interessanten Ausführungen

unseres Autors den Anlass bot, hält derselbe nunmehr „für definitiv widerlegt", und darin wird dem freiburger Zoologen jeder Unbefangene beipflichten.

Wenn auch die Darlegungen Weismann's über die Theorie der natürlichen Zuchtwahl und über die Hypothese der Vererbung erworbener Eigenschaften — welche ja unmittelbar mit jener zusammenhängt und daher auch mit dieser gemeinsam erörtert werden musste — gewiss die bedeutungsvollsten seiner hier besprochenen Schrift sind, so gruppieren sich doch um diese im Anschluss an die Einwürfe Spencer's u. a.[1]) eine Reihe weiterer wertvoller Erörterungen, deren Kenntnisnahme aber dem Studium des klar und ansprechend geschriebenen Originals vorbehalten bleiben muss. Nur auf zwei Punkte möchte Ref., da sie von allgemeinerer Tragweite sind, an dieser Stelle noch in Kürze eingehen; sie betreffen die von Weismann aufgestellte Lehre von der Panmixie und die sog. Telegonie.

Hinsichtlich der ersteren hatte Spencer die Behauptung aufgestellt, dass sie das allmähliche Schwinden überflüssig gewordener und deshalb der Naturzüchtung nicht mehr unterliegender Charaktere nicht zu erklären vermag, da sie nur eine „Selektion des minder Schädlichen" darstelle.

Auch in diesem Falle benutzte Weismann den äußeren Anlass, um sich über diesen Gegenstand ausführlicher zu verbreiten. Er definiert sein Prinzip der Panmixie „als das Herabsinken eines überflüssigen Organs von der Höhe seiner Ausbildung durch den Nichtuntergang derjenigen Individuen, welche es in weniger vollkommener Ausführung besitzen". Nach der Auffassung unseres Autors „wird jedes Organ nur durch unausgesetzte Selektion auf der Höhe seiner Ausbildung gehalten und sinkt unaufhaltsam, wenn auch überaus langsam von dieser Höhe herab, sobald es keinen Wert mehr für die Erhaltung der Art besitzt". Dass Panmixie nun — und zwar ohne Mithilfe sonstiger Agentien — im Stande ist, die fortschreitende Degeneration überflüssiger Charaktere verständlich zu machen, erläutert Weismann an dem Beispiel der „Verkümmerung des Triebes zur Nahrungssuche bei der kriegerischen Amazonen-Ameise *Polyergus rufescens*". Versuche, welche von alten und neuen Formikologen angestellt wurden, führten zu dem übereinstimmenden Ergebnis, dass „eingesperrte Tiere verhungern, wenn sie keinen ihrer Sklaven bei sich haben, der sie füttert; sie erkennen den Honigtropfen nicht als etwas, was ihren Hunger stillen könnte und wenn Wasmann[2]) ihnen die

1) So die von Emery und Wilckens (vergl. diese Zeitschrift, XIII. Bd., S. 397 u. 420).

2) Vergl. E. Wasmann, Die zusammengesetzten Nester und gemischten Kolonien der Ameisen, Münster i. W., 1891 — ein durchaus empfehlenswertes Buch

Kiefer in eine tote Puppe hineinsteckte, so fingen sie nicht an zu fressen, leckten höchstens versuchsweise daran und entfernten sich dann wieder. Sobald man ihnen aber einen Sklaven, also eine Arbeiterin z. B. von *Formica fusca* beigibt, so kommen sie zu dieser und betteln sie um Nahrung an, und die Sklavin läuft zum Honigtropfen, füllt ihren Kopf mit Honig und füttert dann die Herrin". Demnach verhalten sich die Neutra von *Polyergus rufescens* so, dass der Trieb, Nahrung aufzunehmen, „nicht durch den Gesichtseindruck der Nahrung selbst, sondern durch den der Sklavin ausgelöst" wird. Diese Eigentümlichkeit erklärt Panmixie völlig ausreichend in folgender Weise: „Da keine Amazone Not litt bei der steten Anwesenheit fütternder Sklavinnen, so konnte die Vollkommenheit des Instinktes der Nahrungssuche nicht mehr dabei mit entscheiden, wer überleben und wer untergehen sollte; Individuen mit schlechter entwickeltem Nahrungssuchttrieb waren ceteris paribus ebenso gut als andere, und Kolonien mit solchen blieben deshalb ebensowohl erhalten als andere. So musste langsam dieser Trieb von seiner ursprünglichen Vollkommenheit einbüßen und ist nach gewiss ungeheuer langen Generationsfolgen schließlich ganz geschwunden".

Uebrigens lässt sich das Prinzip der Panmixie auch durch theoretische Ueberlegungen feststellen. Sobald man sich nämlich klar gemacht hat, dass die Zweckmäßigkeit eines Charakters „stets durch Selektion bewirkt worden ist", so „muss sie auch durch Selektion erhalten werden, und zwar vermöge des einen Hauptfaktors der Selektion: der Variation". Daraus folgt aber mit Notwendigkeit, dass, wenn die Selektion aus irgend einem Grunde ihren züchtenden und erhaltenden Einfluss auf einen bestimmten Charakter verliert, dieser letztere „von der vorher erreichten Organisationshöhe" nach und nach herabsinken muss.

Bezüglich der Telegonie oder Fernzeugung hat Ref. nur Wenig vorzubringen. Mit diesen Namen hatte Weismann schon in seinem großen Werke[1]) eine Anzahl „Fälle" zusammengefasst, „in welchen das Kind nicht dem Vater, sondern einem früheren Gatten seiner Mutter gleichen soll".

Hatte unser Autor schon an dem angegebenen Orte eine durchaus angemessene Kritik dieser angeblichen Thatsachen geliefert, so nötigten doch die Ausführungen Spencer's, für welchen die bislang als „Superfötation" oder „Infektion des Keimes" bezeichnete Telegonie eine ausgemachte Sache und infolge dessen ein Beweis für die „transmission of acquired characters" darstellt, noch einmal diesem Gegenstande nahezutreten. Abgesehen von den ja gewiss nicht entscheidenden negativen Versuchsergebnissen an Hunden, welche „auch nicht

1) Vergl. A. Weismann, Das Keimplasma, Jena, G. Fischer, 1892, S. 504 u. fg.

eine Thatsache" für die Realität der Fernzeugung zu Tage gefördert haben, beruft sich Weismann mit Recht auf „die kompetentesten Beurteiler, die wissenschaftlich gebildeten unter den Tierzüchtern", auf Settegast, Kühn und Nathusius, welche „trotz sehr ausgedehnter Erfahrung in Züchtung und Kreuzung niemals Erscheinungen der Telegonie beobachtet haben und dieselbe deshalb entschieden bezweifeln". Bei solcher Sachlage ist die Ansicht Weismann's sicherlich zutreffend, „dass nach den in der Wissenschaft geltenden Prinzipien erst die Bestätigung der Sage durch die methodische Untersuchung, in diesem Falle durch das Experiment im Stande sein würde, die Telegonie zum Rang einer Thatsache zu erheben". Dieser Skeptizismus ist um so berechtigter, als hinsichtlich ihrer thatsächlichen Existenz so zweifelhafte Erscheinungen wie diejenigen der Telegonie als Beweise für die Hypothese der Vererbung erworbener Eigenschaften fruktifiziert werden. Diejenigen freilich, welche diese Hypothese als eine in den Thatsachen des Naturgeschehens nicht begründete ansehen und deshalb endgiltig aufgegeben haben, werden in dem Versuche, das erlöschende Lebenslicht der Vererbung funktioneller Abänderungen durch die Telegonie wieder zu entfachen, nur eine erwünschte Bestätigung der eigenen Auffassung erblicken dürfen. **F. v. Wagner** (Straßburg i. E.).

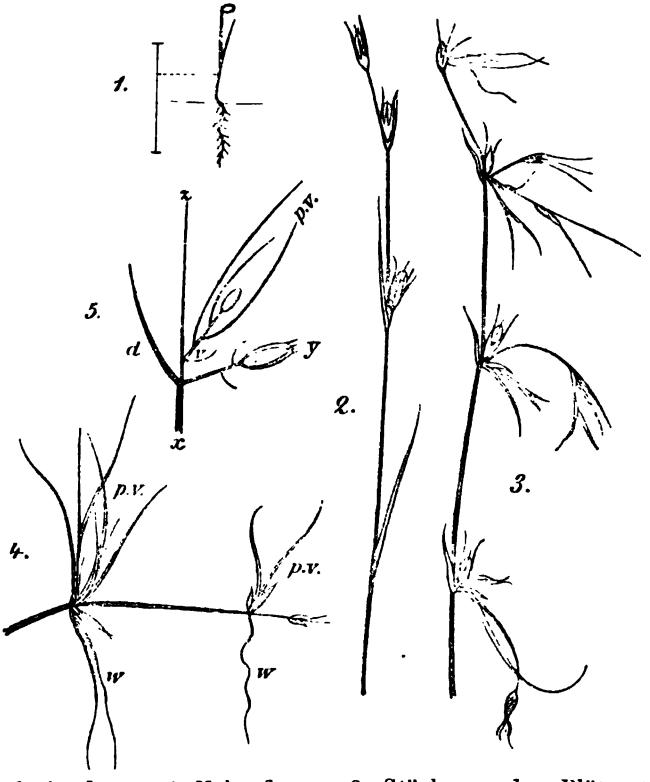
Pseudo-Viviparie an *Juncus bufonius* L.

Von Dr. **H. Potonié**,
Dozenten der Pflanzen-Paläontologie an der kgl. Bergakademie zu Berlin.

(Vortrag, gehalten im „Botanischen Verein der Provinz Brandenburg" in Berlin am 10. November 1893)

Seit Jahren, solange die Rubrik besteht, besorge ich in der von Herrn Dr. H. J. Boettger redigierten „Pharmazeutischen Zeitung" (Berlin) die „Pflanzenbestimmungen". Unter den in diesem Jahre zur Bestimmung eingelaufenen Pflanzen-Sendungen erhielt ich im April aus Ratzeburg Keimpflanzen einer monokotyledonen Pflanze, von denen in Figur 1 eine in schwacher Vergrößerung zur Darstellung gekommen ist. Die charakteristischen Keimpflanzen sind die von *Juncus bufonius* L., jener gemeinsten bei uns einheimischen Simse, die aber schon zu mehrfachen Irrtümern Veranlassung gegeben haben. Der horizontale Strich in Figur 1 markiert die Bodenoberfläche, unter demselben sehen wir die Wurzel, als Fortsetzung derselben nach oben ein Stengelförmiges Organ, welches an seinem Gipfel eine Frucht oder Blütenknospe zu tragen scheint; das Stengel-förmige Organ ist mit einem kleinen, linienförmigen Laubblatt besetzt. Das „Stengel-förmige Organ" ist das Keimblatt (der Cotyledo), die „Frucht oder Blütenknospe" die an der Spitze des Keimblattes längere Zeit und von diesem senkrecht emporgetragene gelbliche Samenschale.

Die anderen Juncaceen keimen zwar ebenso, aber der Cotyledo pflegt doch nicht in gleich auffallender Weise senkrecht in die Luft zu gehen und so lange die Samenschale zu tragen wie gerade *Juncus bufonius*. Bei diesem eigentümlichen Benehmen der Pflanze, die als Keimling ihre Organe in Stellungen bringt, wie sie sonst Organe ganz anderer Natur einzunehmen pflegen, ist es wohl begreiflich, dass frühere und oberflächliche Untersuchungen zu Irrtümern Veranlassung gegeben haben, die darin bestanden, dass die Keimlinge für *Isoëtes* oder für die Crucifere *Subularia aquatica* oder gar für Pilze gehalten worden sind [1]).



Juncus bufonius L. — 1. Keimpflanze. 2. Stück aus dem Blütenstande der bei uns gewöhnlichen Form. 3. Wie 2. aber mit pseudo-viviparen, zum Teil mit kleistogamen Blüten besetzten Sprossen. 4. Wie 2. aber mit pseudo-viviparen Sprossen (*p. v.*) nach Bewurzelung (*w*) derselben. 5. Schema zur Erläuterung des Entstehungsortes der pseudo-viviparen Sprosse, *x y* Spross mit endständiger Blüte *y*, *d* Deckblatt des Tochtersprosses *z*, am Grunde desselben in der Achsel des ersten Vorblattes der pseudo-vivipare Spross *p. v.* mit einer kleistogamen Blüte. — 1. schwach vergrößert; 2., 3., 4. in natürlicher Größe.

1) Vergl. P. Ascherson, Flora der Prov. Brandenburg I (Berlin 1864) S. 735 und Fr. Buchenau, Monographia Juncacearum (Engler's botanische Jahrbücher, Bd. XII, Leipzig 1890) S. 40.

Eine nähere Untersuchung des Schlammes, in welchem sich die Keimlinge befanden, bestätigte schnell, dass es sich um *Juncus*-Keimlinge handelte, da ein Teil derselben mit ihren Wurzeln in den Kapseln zur Keimung gelangt waren, wie das auch von Fr. Buchenau[1]) an *Juncus bufonius* L. beschrieben worden ist. Dass auch meine Keimlinge zu dieser Art gehörten, ergab sich also auch aus dem beschriebenen eigentümlichen Verhalten derselben als Keimling. Trotzdem habe ich, um die Zusammengehörigkeit der Keimlinge mit *Juncus bufonius* selbst konstatieren zu können, die noch ungekeimten Samen, die sich unter den Keimlingen und auch noch in den zum Teil schon stark zerfallenen Kapseln befanden, ausgesäet. Die Samen keimten gut und entwickelten blühende und reife Samen erzeugende Pflanzen von *Juncus bufonius*. Sobald der Topf, in dem die Aussaat gemacht worden war, in voller Blüte stand, nahm ich ihn von dem nach Süden, also der vollen Sonne ausgesetzten Fensterbrett, auf welchem derselbe seit der Aussaat gestanden hatte, hinweg und stellte ihn auf einen Tisch 1 m von einem ebenfalls nach Süden gerichteten Fenster, wo er nunmehr verblieb. Während jedoch das erste Fenster gardinenlos gewesen war, wurde die Beleuchtung an dem zweiten Fenster durch eine Tüll-Gardine gedämpft, sodass die Pflanzen hier in jedem Falle bedeutend geringere Beleuchtung genossen als zuvor. Zunächst streuten die Pflanzen hier ihre Samen reichlich aus und verblieben, wie erwartet, ungefähr in dem Stadium, in welchem sie sich befunden hatten, als der Standortswechsel vorgenommen worden war. *Juncus bufonius* ist ja eine einjährige Pflanze und pflegt bei uns nach Entleerung der Samen abzusterben.

Meine Pflanzen, die sorgsam gepflegt, d. h. nass gehalten wurden, wuchsen jedoch in unerwarteter Weise weiter. Während nämlich das Endstadium der blühenden Stengel, wie gesagt, wenigstens bei uns, mit der Fruchtreife erreicht zu sein pflegt und dieselben dann schwach oder nicht verzweigte einfache Sympodien darstellen, deren Blätter in der Blütenregion, Figur 2, hochblattförmig sind, traten zwischen den Blüten und den Sprossen, welche die Fortsetzung des Blütenstandes nach oben bilden, mit Laubblättern besetzte neue Sprosse hervor, die zunächst ganz den Eindruck echt-viviparer Sprosse machten (Fig. 3). Eine Untersuchung ergab jedoch das in der schematischen Figur 5 zur Anschauung gebrachte Verhalten.

Der Spross *x y* trägt in dem Winkel des Hochblattes *d* einen Spross *z*, der das Sympodium nach oben fortsetzt, sodass also *d* das Deckblatt von *z* ist. Der Spross *z* erzeugt in der Achsel des tiefsten diesen Spross bekleidenden Hochblattes, dem ersten Vorblatt *v* des

1) Kleinere Beiträge zur Naturgeschichte der Juncaceen. VII. Ueber die Erscheinung der Viviparie bei den Juncaceen, S. 388 (Separat-Abdruck aus Abh. d. naturw. Vereines zu Bremen II).

Sprosses *z*, einen Laubspross *p. v.*, der einfach bleiben oder sich auch verzweigen kann und der in den untersuchten Paar Fällen (mir stand leider nur ein kleiner Blumentopf mit Pflanzen zur Verfügung, und ich musste daher mit dem Material sparsam umgehen) verkümmerte oder besser gesagt schlecht entwickelte oder kleistogame, dann nur mit 3 Staubblättern versehene Blüten trug. Diese Laubsprosse sehen äußerlich betrachtet in der That ganz aus wie vivipare; ihnen entsprechende sind es wohl meist, welche auch sonst den Blütenstand zur Verzweigung bringen, aber das Ungewöhnliche liegt in unserem Falle darin, dass hier fast überall das schon Frucht tragende Sympodium eine sehr spät auftretende Verzweigung erlitten hat und zwar durch Bildung von Laubsprossen, die nur, wenigstens zunächst nur, verkümmerte und kleistogame Blüten tragen, während an normalen Exemplaren wie gesagt 1) die Verzweigung in der Blütenregion keineswegs so häufig eintritt, ja dieselbe sogar oft fast unverzweigt ist, 2) diese Zweige nur Hochblätter zu tragen pflegen und endlich 3) kleistogame Blüten unter gewöhnlichen Umständen bei uns weit untergeordneter auftreten.

„Nur zweimal — sagt Buchenau[1]) — habe ich bei meinen zahlreichen Untersuchungen wirkliche Laubsprosse mit noch unbegrenztem Wachstum im Blütenstande von *Juncus bufonius* gefunden. Ich glaube aber nicht, dass sie durch Umbildung von Blüten, sondern dass sie durch abnorme Sprossen aus der Achsel eines Grundblattes entstanden waren; in beiden Fällen war ihre Einfügung nicht mehr mit voller Sicherheit zu ermitteln.“ Dem Autor dürfte in diesen beiden Fällen dieselbe Erscheinung vorgelegen haben, wie sie an meiner Kultur aufgetreten ist. Das ist alles, was ich in der Litteratur über die geschilderte bemerkenswerte Sprossbildung von *J. bufonius* finde.

An meinen kultivierten Exemplaren ist also zu konstatieren, dass dieselben, sobald die Beleuchtungs-Verhältnisse geändert worden waren, Neigung zur Ausbildung vegetativer Organe zeigten durch Entwickelung der neuen, vornehmlich mit Laubblättern besetzten Sprosse in der Blütenregion. Diese Thatsache stimmt trefflich mit der Erfahrung überein, dass die Blütenbildung unter Einfluss intensiverer Beleuchtung (und Trockenheit, die aber in unserem Falle, da die Kultur gleichmäßig nass gehalten worden ist, nicht in Frage kommt) gefördert wird[2]), umgekehrt, dass, wie z. B. Alexander Braun bemerkt[3]), „im Blütenstand bei sehr verschiedenen Pflanzen Laubsprossbildung

1) Viviparie bei den Juncaceen l. c. S. 395.

2) Vergl. M. Möbius, „Welche Umstände befördern und welche hemmen das Blühen der Pflanzen“ (Sonderabdruck aus dem Biolog. Centralbl., Bd. XII, Nr. 20—22, Leipzig, 1. u. 15. November 1892).

3) Ueber Polyembryonie und Keimung von *Caelebogyne* (Abh. der kgl. Akad. d. Wiss. zu Berlin 1859, Berlin 1860, S. 180).

zu finden ist, veranlasst durch feuchte Witterung", oder dass „durch Herabsetzung der Beleuchtung auf ein gewisses Maß unter die normale die eine große Seite der Lebensthätigkeit, die geschlechtliche, gehemmt, dafür aber das vegetative Leben gesteigert" wird, wie neuerdings Herrmann Vöchting[1]) auf Grund einer Untersuchung an *Mimulus Tilingi* bemerkt. „Was besonders wichtig ist und so auffallend nur bei dieser Art beobachtet wurde — fährt Vöchting fort —, es wird in der Blütenregion selbst die Bildung der vegetativen Triebe hervorgerufen. Die letzteren treten hier also an die Stelle der Blüten." Auch das direkte Zurückgehen der Blütenbildung als Einfluss verminderter Belichtung zunächst durch Entwickelung weniger großer, dann kleistogamer und verkümmerter Blüten ist bekannt und z. B. von Vöchting (l. c.) und anderen z. B. auch von Prof. K. Schumann, wie er in der Diskussion, die sich an meinen Vortrag anschloss, bemerkte, exakt beobachtet worden.

Die Thatsache des Auftretens neuer Laubblätter unter dem Einfluss verminderter Belichtung steht in klarstem Zusammenhang mit der unter diesen Umständen herabgedrückten Assimilations-Thätigkeit der genannten Organe; denn wenn eine Pflanze bei starker Belichtung mit einer bestimmten Anzahl Laubblätter zur genügenden Lebenserhaltung auskommt, wird sie bei dauernd verminderter Belichtung nur dann den Assimilations-Prozess auf der vorigen Höhe zu erhalten im Stande sein, wenn zu den bereits vorhandenen neue Laubblätter hinzutreten.

In naher Verwandtschaft mit dem Neu-Auftreten von Laubsprossen bei verminderter Belichtung stehen, meint Vöchting[2]), die bekannten Fälle, in denen wie bei *Allium*-, *Poa*-Arten u. s. w. im Bereich der Blütenstände vegetative Knospen hervorgebracht werden, die abfallen und neue Pflanzen erzeugen, und zwar an Stelle der Blüten, so dass diese Knospen demnach physiologisch die Samen vertreten. A. v. Kerner nennt[3]) von solchen Fällen der Stellvertretung der Blüten resp. Samen durch Ableger: die Knöteriche *Polygonum bulbiferum* und *viviparum*, die Steinbreche *Saxifraga cernua*, *nivalis* und *stellaris*, die Simsen *Juncus alpinus* und *supinus*, sowie die Gräser *Aira alpina*, *Festuca alpina* und *rupicaprina*, *Poa alpina* und *cenisia*, die alle im Hochgebirge und noch mehr im arktischen Florengebiete unter ungünstigeren äußeren Verhältnissen oft genug Ableger an Stelle der Blüten besitzen. An den genannten *Juncus*-Arten und Gräsern, die uns hier am meisten interessieren müssen, kommen statt der Blüten kurze Sprosse zum Vorscheine, welche sich von den Verzweigungen

1) Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Gestaltung und Anlage der Blüten (Pringsheim's Jahrbücher f. wiss. Botanik, Bd. XXV, Heft 2, Berlin 1893, Separat-Abdruck S. 46).

2) l. c. S. 47.

3) Pflanzenleben II. Leipzig und Wien, 1891, S. 449.

der Blütenstände ablösen. Die Botaniker nennen Pflanzen, welche in der Blütenregion solche Ableger bilden, „lebendig gebärende“ (plantae „viviparae“). Diese Erscheinung hat natürlich mit dem „Auswachsen“ etwa von Getreide, bei welchem die Samen infolge übermäßiger Nässe schon auf der Mutterpflanze zur Keimung gelangen können, wie ich das auch für *Juncus bufonius* Eingangs angegeben habe, nichts zu thun, während sie mit der bei Tieren vorkommenden Knospung, die meist zur Viviparie führt, wohl zu vergleichen ist.

Wie aus den von Kerner zitierten Fällen ohne Weiteres ersichtlich ist, tritt bei den meisten derselben Viviparie (im botanischen Sinne) als Folge ungünstiger äußerer Verhältnisse auf, welche die Blütenbildung namentlich dann für die Pflanze wenig vorteilhaft erscheinen lassen, wenn eine Samenreife wegen der der Pflanze nur kurz bemessenen, ein Wachstum gestattenden Frist von 2—4 Monaten nicht gesichert ist. Hier ebensowohl wie bei Arten des gemäßigten Klimas, wie z. B. bei unserer einheimischen *Poa bulbosa* L., an der fast stets echte Viviparie, also Bildung von selbstständig entwicklungsfähigen Laubsprossen an Stelle von Blüten eintritt, trotzdem die klimatischen Verhältnisse die Blütenbildung in keiner Weise illusorisch machen, kann die verminderte Helligkeit die direkte Ursache der Viviparie nicht sein, wie schon ohne weiteres daraus hervorgeht, dass solche Arten unter sonst gleichen Bedingungen auch bei intensiver Beleuchtung Viviparie zeigen können. „Bis zu besserer Kenntnis der Ursachen dieser Erscheinung — meint Vöchting[1]) — ist vielleicht die Vorstellung erlaubt, dass die Vorfahren der fraglichen Pflanzen einst lange Zeit einer ihnen nicht völlig genügenden Beleuchtung ausgesetzt gewesen seien und darunter die uns beschäftigenden Eigenschaften angenommen und erblich so weit gefestigt haben, dass diese auch dann nicht schwanden, als die äußeren Bedingungen wieder normales Wachsen und Blühen gestatteten.“

Bei *Juncus bufonius* muss aber der direkte Lichteinfluss (verminderte Beleuchtung) für die Bildung von Laubsprossen den Ausschlag gegeben haben. Es würde sich die Richtigkeit oder Unrichtigkeit dieser Ansicht durch größere Wiederholung von Kulturversuchen, zu deren Anstellung ich hoffentlich im Sommer 1894 Zeit finde, ermitteln lassen, indem aber gleichzeitig Aussaaten, auch nach erfolgter Samenreife, der früheren, intensiveren Belichtung ausgesetzt bleiben müssten. Während in der freien Natur *Juncus bufonius* während und nach der Ausstreuung der Samen bei uns zu Grunde gehen, wächst (lebt) die Pflanze, wenn sie im Zimmer am Leben erhalten wird, wie wir gesehen haben, weiter. Bei uns in Nord-Deutschland stehen die Blüten in den Blütenständen allermeist einzeln, in Süd-Europa hingegen, wo die Pflanze wegen der günstigeren klimatischen Verhältnisse länger

1) l. c. S. 47.

leben kann als bei uns, kommt aber von *Juncus bufonius* eine von manchen Autoren als „Varietät", von frühern und andern sogar als „Species" angesehene Form häufig vor (*Juncus mutabilis* Savi (1798), *J. hybridus* Brotero (1804), *J. insulanus* Viviani (1824), *J. fasciculatus* Bertoloni (1839), J. *bufonius* var. *compactus* Celakóvsky (1869) u. s. w., welchen letzteren Namen ich hier anwenden werde zur bequemen Bezeichnung der Form, erstens, weil Celakóvsky dieselbe nicht spezifisch von *J. bufonius* getrennt hat, und zweitens, weil andererseits die Formen der italienischen Autoren mehr oder minder zu dem weiter unten als *J. bufonius* var. *fasciculatus* D. J. Koch bezeichneten Stadium hinneigen oder zusammenfallen), bei welcher die Blüten in 2—3- (auch wohl 4-) blütigen Köpfchen zusammenstehen. Sollten — frage ich — die hinzutretenden Blüten dem den viviparen ähnlichen (also pseudo-viviparen) Sprossen der von mir kultivierten Exemplare entsprechen, derart, dass in Südeuropa, wo die Pflanze länger bei gleichbleibender Belichtung leben kann, und unter günstigen Bedingungen gelegentlich auch bei uns eben in der Nähe der ersten Blüten neue entstehen, an Stelle welcher bei verminderter Beleuchtung also pseudo-vivipare Sprosse in die Erscheinung treten würden? Wenn dieser Gedankengang richtig ist, so müsste man erwarten, dass unter Verhältnissen, wie sie bei uns in Deutschland hier und da als Ausnahme vorkommen, die denjenigen gleichen, welchen meine Kultur nach der Samenreife ausgesetzt wurde, also dass ein warmer, bewölkter und demnach verhältnismäßig lichtschwacher Spätherbst auch in der freien Natur unser pseudo-vivipares Stadium veranlassen müsste. In der That ist so etwas in der freien Natur beobachtet, wie aus der obigen Buchenau'schen Bemerkung hervorgeht. Ferner wird z. B. in der „Flora von Koblenz" von Math. Joh. Löhr (Köln 1838) von *Juncus bufonius* eine Form „*β viviparus*" angegeben mit der Diagnose: „Blütchen in blätterige Knospen ausgewachsen", wo es sich aber, vielleicht wenn die Diagnose zuverlässig ist, um eine andere Erscheinung handelt, die ich zwar nicht selbst kenne, aber von dem schon genannten Juncaceen-Monographen Fr. Buchenau[1]) mit den Worten „flores excrescentes („vivipari") in hac specie non raro obvii" beschrieben wird.

Später, namentlich wenn die Blüten, die dann zum Teil auch offene, chasmogame, zu sein scheinen, und die Kapseln der pseudoviviparen Sprosse besser hervortreten, merkt man sofort den wahren Sachverhalt, dann sind dieselben Exemplare wieder zu einer neuen „Varietät" geworden, oder sie nähert sich doch sehr einer solchen, nämlich der von D. J. Koch in seiner „Synopsis der deutschen und schweizer Flora (1. Aufl. Frankfurt a. M. 1838 S. 731) angegebenen

1) Monog. Junc. l. c. S. 177.

„Var. *β fasciculatus*“, in deren Diagnose er angibt: „Blüten zu 2 oder 3, büschelig“, eine Form, die Koch „auf der Rheinfläche zwischen Mainz und Worms“ gefunden hat.

Nach alledem ist es wohl berechtigt bis zur Anstellung weiterer Versuche anzunehmen:

1) dass die bei uns typische Form von *Juncus bufonius* mit einzelnen, dem sympodialen Blütenstand dicht ansitzenden Blüten nur das Vorstadium der folgenden „Varietäten“ ist, dass die Pflanze in diesem Stadium gewöhnlich bei uns und zwar gezwungen durch die klimatischen Verhältnisse zu Grunde geht, während

2) wenn zwar in einem Spätherbst die Wärme noch genügt, um die Pflanze am Leben zu erhalten, aber die Belichtung schwächer wird, pseudo-vivipare Sprosse in die Erscheinung treten, die

3) bei längerer Dauer wärmerer resp. heller Witterung ihre Blüten zur äußeren Erscheinung und zur Fruchtreife bringen (var. *fasciculatus* D. J. Koch);

4) unter von vorn herein günstigsten Belichtungsverhältnissen endlich treten in der Nähe der ersten Blüten neue auf, sodass Blüten-Köpfchen entstehen (var. *compactus* Celakóvsky).

Es würden danach die genannten 4 Formen resp. Stadien des *Juncus bufonius*, die selbstverständlich je nach den Witterungsverhältnissen zwischen sich alle erdenklichen Uebergänge zeigen müssen, von Norden nach Süden vorschreitend in der erwähnten Reihenfolge im Großen und Ganzen auftreten müssen, entsprechend den klimatischen und Witterungsverhältnissen, die ja meiner vorläufigen Auffassung nach diese Formen bedingen. Ich habe, um die Probe zu machen, die mir zur Verfügung stehende Litteratur daraufhin durchgesehen und in der That volle Bestätigung gefunden.

In Norddeutschland ist — wie schon angedeutet — die unter 1 aufgeführte Form die gewöhnliche, die Form mit pseudo-viviparen Sprossen und die „Var.“ *fasciculatus* Koch sind zuerst in Mitteldeutschland gefunden worden und endlich die Form 4 *compactus* ist in Südeuropa häufig.

Auf Salzwiesen kommt freilich auch in Norddeutschland eine Varietät von *J. bufonius* vor, die wie die Form *compactus* Blütenköpfchen besitzt. Die Perigonblätter sind aber im Verhältnis zur Kapsel nicht so lang als bei der typischen Form von *J. bufonius*, so dass die in Rede stehende Salzpflanze, *Juncus ranarius* Perrier et Songeon (1859), von manchen Autoren als besondere, dem *J. bufonius* nächstverwandte Art angegeben worden ist, aber es ist nur der Standort, welcher die Formverschiedenheit bedingt. *J. ranarius* ist im Durchschnitt niedriger als der typische *J. bufonius* [1]), sodass

1) Ascherson l. c. S. 735 u. 736 gibt die Höhe von *J. bufonius* zu 1″—1′ an, diejenigen von *J. ranarius*, den er damals noch spezifisch trennte, zu 1″—9″.

die Pflanze früher zur Blütenbildung schreiten kann, wodurch sich in diesem Falle die Annäherung an die südeuropäische Form von *J. bufonius* erklären lässt, falls sich nicht zeigen sollte, dass der Salzgehalt des Bodens auf die Pflanze Blüten bildend wirkt.

Wir dürfen die *Juncus bufonius*-Exemplare meiner Kultur insofern vivipar in dem oben definierten Sinne nennen, als die in der Blütenregion entstehenden belaubten Sprosse in der That, wenn man sie von den Mutterstöcken löst und einpflanzt, Wurzeln bilden und wachsen: ich habe jetzt in meinen Kulturen einige junge aus solchen Sprossen erzogene Pflanzen, von denen ich in Figur 4 zwei noch durch die Blütenstandsaxe der Mutterpflanze zusammenhängende zur Darstellung bringe. Die pseudo-viviparen *Juncus bufonius*-Stöcke stellen somit eine Verbindung her zwischen den aufrechten und den niederliegenden und aus oberirdischen Stengeln wurzelnden *Juncus*-Arten sowie zu den echt-viviparen Arten. — Die in Figur 4 in $\frac{1}{4}$ abgebildeten aus pseudo-viviparen Sprossen hervorgegangenen Pflanzen wurden am 25. Oktober eingepflanzt und schon am 10. November der Kultur wieder entnommen: das strotzende Aussehen der Pflänzchen und die kräftige Wurzelbildung zeigten zur Genüge, dass sie sich wohl gefühlt haben.

Wir können nach dem Gesagten von der Blütenbildung bis zur echten Viviparie 4 Fälle unterscheiden:

1) Normale Blütenbildung.

2) Entwicklung von Laubblattsprossen an Stelle von Blüten in der Blütenregion, die sich wie die Laubsprosse in der Laubblattregion verhalten. (*Mimulus Tilingi*).

3) Auftreten von mit Laubblättern besetzten bewurzelungs-, also selbständig lebensfähigen Sprossen in der Blütenregion neben den Blüten. (Pseudo-Viviparie: *Juncus bufonius*).

4) Entwicklung von abfallenden und selbständig lebens- und entwicklungsfähigen Laubsprossen, Knospen oder Bulbillen in der Blütenregion an Stelle von Blüten. (Echte Viviparie: (z. B. bei *Poa bulbosa* [*vivipara*], *Allium vineale* (*compactum*] u. s. w.)

Die kosmopolitische Verbreitung des *Juncus bufonius* erklärt sich nach alledem gewiss zum guten Teil aus der proteus-artigen, direkten Anpassungs-Fähigkeit der Pflanze an die äußeren Verhältnisse. In einem Klima wie dem unsrigen mit kalten, das äußere Pflanzenleben unterbrechenden Wintern sterben die Pflanzen nach der Samenreife ab; unter günstigeren Verhältnissen, die sie am Leben erhalten, erzeugt sie neue Blüten, neue Samen, die sofort keimfähig sind, resp. pseudovivipare Sprosse, wenn die Beleuchtungsverhältnisse Blütenbildung nicht oder nur untergeordneter gestatten, und die Pflanze Gefahr läuft, wegen ungenügender Belichtung in ihrer Assimilations-Thätigkeit lebensgefährdend herabgedrückt zu werden. Jenachdem sich nach der

Erzeugung pseudo-viviparer Sprosse nunmehr die äußeren Verhältnisse gestalten, kann die Pflanze durch Bewurzelung der pseudo-viviparen Sprosse sofort neue Stöcke erzeugen, oder die in Rede stehenden Sprosse entwickeln, wie meine Kultur zeigt, wieder Blüten. Findet Bewurzelung der pseudo-viviparen Sprosse statt, so tritt zunächst ein zweckentsprechendes weiteres Wachstum der vegetativen Organe ein, auch dann, wenn die Belichtung intensiv genug ist, um unter anderen Verhältnissen chasmogame Blüten zur Entwicklung zu fördern; bleibt die Bewurzelung aus, weil die Sprosse etwa keinen entsprechenden, vor allem keinen genügend nassen Boden finden, so kommen bei derselben Belichtung Blüten und Kapseln hervor, die Samen ausstreuen. Man muss eben stets festhalten, dass für das Leben der Pflanze nicht allein die Blütenbildung in Betracht kommt: liegen Umstände vor, welche andere Funktionen z. B. Assimilation wichtiger erscheinen lassen, so tritt Blütenbildung trotz günstigster Beleuchtung zurück wie an den erst kürzlich bewurzelten Sprossen. Aus demselben Gesichtspunkt erklärt sich auch mit Leichtigkeit die Thatsache, dass nach P. Ascherson's Beobachtung[1]) die erste Blüte eines *Juncus bufonius*-Stockes stets eine solche untergeordneten Ranges (kleistogam) ist, und andere Thatsachen, die im ersten Augenblick ebenfalls dem zu widersprechen scheinen, was ich über die Einflüsse der äußeren Verhältnisse gesagt habe, sind ebenso verständlich und erschüttern das Gesagte nicht. Man muss stets berücksichtigen, dass Belichtung, Wärme, Vorhandensein oder Fehlen genügenden Nährmateriales (namentlich Feuchtigkeit) die Gestaltungsverhältnisse der Pflanze nicht allein bedingen: es kommen im Wesentlichen noch Momente hinzu, die in der Pflanze selbst liegen. Einmal wird dieses, ein andermal das andere Moment den Ausschlag geben, je nachdem es für die Pflanze nützlich ist.

Es dürfte kaum eine Pflanzenart geben, die sich besser in die jeweiligen Verhältnisse lebenserhaltend zu fügen wüsste, als *Juncus bufonius*. Dass sich auch in der freien Natur — wenn auch wegen des eintretenden Winters wohl kaum oder nur ausnahmsweise bei uns — die pseudo-viviparen Sprosse bei gegebenen Bedingungen bewurzeln, daran ist nicht zu zweifeln; denn die Stengel der Pflanzen werden im Alter und in unserem Falle wohl auch durch das Gewicht der pseudo-viviparen Sprosse niedergelegt, sodass für eine Bewurzelung derselben die allergünstigsten Umstände da sind. Bei uns werden die gelegentlich im Freien aus pseudo-viviparen Sprossen hervorgegangenen Pflanzen bald wegen des eintretenden Winters zu Grunde gehen, aber es ist nicht einzusehen, warum das auch unter günstigeren Klimaten, wo das äußere Pflanzenleben das ganze Jahr hindurch währt, geschehen sollte. In einem Klima mit genügender Temperatur zu allen Jahres-

1) Ueber die Bestäubung bei *Juncus bufonius* L. (Botanische Zeitung, 29. Jahrg., Leipzig 1871, Spalte 551).

zeiten muss demnach *Juncus bufonius* sich in einem fort regenerieren: sei es in dieser oder jener Weise, die Pflanze versteht es unter allen Umständen sich in höchstem Maße erhaltungsgemäß zu benehmen.

Ueber Entstehung des Soziallebens bei Hymenopteren.

C. Verhoeff, Biologische Aphorismen über einige Hymenopteren, Dipteren und Coleopteren in: Verhandl. Naturh. Ver. f. Rheinl. u. Westf., Jahrgang 48, Bonn 1891.

Derselbe, Beiträge zur Biologie der Hymenopteren in: Zoolog. Jahrbücher, Abt. f. Systematik etc., 6. Bd., Jena 1892.

In den angeführten Schriften veröffentlicht Herr Verhoeff nebst mancherlei neuen Beobachtungen allgemeine Betrachtungen über die biologische Entwicklung der Aculeaten und besonders der gesellig lebenden Formen derselben. — Es ist ein wesentliches Verdienst des Verfassers, dass er zur Gewinnung von phylogenetischen Resultaten nicht die Morphologie allein, sondern dabei auch die heutzutage noch zu sehr vernachlässigte biologische Forschungsmethode benutzt.

Um die Entstehung des Gesellschaftslebens der Hymenopteren zu begreifen ist es nötig, dass wir von bestimmten Thatsachen ausgehen; dabei müssen die drei Abteilungen der geselliglebenden Hautflügler getrennt behandelt werden, wie sie auch unabhängig von einander entstanden sind.

Ueber den Ursprung der Ameisengesellschaften, wie über die Phylogenie der Formiciden überhaupt, wissen wir heute noch nichts bestimmtes, was wohl zum Teil seinen Grund darin hat, dass die primitivsten unter den Ameisen, die Poneriden, in Europa sehr kärglich vertreten und in den Tropenländern kaum biologisch untersucht wurden. — Die Bienen stehen durch die primitivsten Gruppen derselben (Colletiden und Specodiden) zu noch nicht genauer bestimmten Formen der Grabwespen in Beziehung. — Die Wespen lässt Verhoeff durch die Eumeniden von primitiven Formen der Trypoxyloniden entstammen. Dieses in Bezug auf Morphologie. Um die Entstehung der biologischen Verhältnisse auf die Spur zu kommen, müssen wir zunächst die verschiedenen Bauarten der Aculeaten besprechen.

Die ersten Aculeaten legten wohl keine Bauten an, sondern sie klebten ihr Ei an die erjagte Beute, dort, wo sie sich fand. Dieses thun noch jetzt einige Pompiliden, wie z. B. *Pompilus coccineus*, sowie nach den Beobachtungen Fabre's *P. apicalis* und *Calicurgus annulatus*, welche sämtlich die Wohnung der von ihnen erbeuteten Spinnen als Wiege für ihre Nachkommenschaft benutzen und sich damit begnügen den Eingang derselben mittels einiger loser Steinchen zu schließen. Aehnlich verhalten sich die ebenfalls von Fabre trefflich geschilderten *Scolia*-Arten, welche in Südeuropa die Larven verschiedener Lamellicornier

in ihren unterirdischen Gängen aufsuchen. Merkwürdigerweise scheint Verhoeff die schönen Arbeiten des französischen Forschers nicht gekannt zu haben; und doch hat niemand den Schatz unserer Kenntnisse in der Biologie der Hymenopteren so bedeutend vermehrt wie er[1]).

Einen Schritt weiter sind jene Hymenopteren gekommen, welche einzellige Bauten fertigen und dieselbe entweder erst dann anlegen, wenn sie ihre Beute gefangen haben, oder, was einen weiteren Fortschritt bezeichnet, zuerst ihre Höhle graben und dann zur Verproviantierung derselben auf Jagd ausgehen. Aus solchen einfachen Bauten schreiten wir zu komplizierteren, wo ein einziger Hohlgang in eine Reihe von Zellen geteilt (Linienbauten), oder zu einem verzweigten System mit endständigen Zellen (Zweigbauten) ausgebildet wird. — Eine andere Reihe führt zu Freibauten, welche im einfachsten Fall einzellig, aber auch durch Häufung mehrerer an einander die Bildung zusammengesetzter Freibauten einleiten. Die Familie der Pompiliden, welche wir aus morphologischen Gründen als eine der primitivsten Aculeaten-Gruppen betrachten dürfen, bietet uns, neben den oben erwähnten Arten die keinen Bau anlegen, solche die einzellige Höhlen graben (*Pompilus octopunctatus* nach Fabre) und andere, die ebenfalls einzellige Freibauten konstruieren (*Agenia carbonaria* nach Verhoeff).

Durch einen glücklichen Fund ist es Verhoeff gelungen über die primitivsten Zustände der Koloniebildung bei den Bienen etwas Licht zu werfen. Damit das gesellige Leben aus dem Einzelleben der Bienen entstehen konnte, war es nötig, dass bei Formen, welche jährlich mehr als eine Generation durchmachen, der Mutter Gelegenheit gegeben würde, mit ihren Kindern in Berührung zu kommen, und mit ihnen gemeinschaftlich das Brutgeschäft fortzusetzen. Wie dieses stattfinden konnte, lehrt die vergleichende Untersuchung der Nester verschiedener *Halictus*-Arten. Das Nest von *H. quadristrigatus* ist in dieser Beziehung das interessanteste und bildet den Typus der von V. als „Gewölbebauten" bezeichneten Wohnungen. Es wird von dieser Biene eine weite Höhle gegraben, in welcher die Brutzellen, aufeinander gehäuft, frei liegen; das Gewölbe der Höhle bildet derart einen gemeinsamen Vorraum, in welchem die ausschlüpfenden Bienen zusammentreffen. Da das Brutgeschäft lange dauert, so sind die ersten Larven bereits vollkommen entwickelt, während die Mutter mit der Versorgung ihrer letzten Eier noch beschäftigt ist. Es ist sogar nicht unwahrscheinlich, dass manchmal die ersten Tiere der zweiten Generation noch vor dem Tode der Mutter ausschlüpfen. Würde dieses zur Regel und würden

1) Eine Uebersetzung von Henri Fabre's „Souvenirs entomologiques" würde dem deutschen Publikum einen wirklichen Dienst leisten. Die drei Bändchen würden, sowohl wegen ihres an Originalbeobachtungen reichen Inhalts als wegen ihrer leichten, anregenden Form, unter den Freunden der Natur Liebhaber finden.

die Töchter in demselben Wohnraum, wo sie geboren sind, anfangen, ihre Zellen anzulegen, so hätten wir einen Zustand vor uns, welcher mit der Gesellschaft der Hummeln viel Aehnlichkeit bieten würde. — Eine ähnliche Form des Nestes ist zur Entwicklung des Soziallebens bei unterirdisch bauenden Insekten notwendig; bei jeder anderen bekannten Form des Baues, in den verschiedenartigen Linien- und Zweigbauten, gibt es keinen Raum, wo Mutter und Kinder mit einander in Berührung kommen können; es fehlt damit eine wesentliche Bedingung des geselligen Lebens. — *Halictus quadristrigatus* steht, wie V. richtig bemerkt „faktisch an der Schwelle der Kolonisation".

Die Bauart dieser Imme kann aber aus den primitiveren Zweigbauten anderer *Halictus*-Arten abgeleitet werden. Bei *H. maculatus* sind die einzelnen Zellen noch von einander getrennt; dagegen sind sie bei *H. sexcinctus* bereits dicht zusammengehäuft. Das Nest dieser Art unterscheidet sich von dem des *H. quadristrigatus* hauptsächlich durch das Fehlen des Gewölbes: durch die Bildung des letzteren ist der wichtige Schritt gethan, welcher die Entstehung eines Soziallebens möglich macht.

Die Gesellschaft der Wespen lässt Verhoeff von solitären Formen mit gehäuften Freibauten abstammen: der gemeinsame Wohnraum wird hier durch die freie Oberfläche des Nestes geboten. Bei den Eumeniden wird das Ei stets vor der Beschaffung der Nahrung gelegt, gerade wie in den Wabenzellen der Vespiden. Aber die geselligen Wespen geben der jungen Brut keinen vollständigen Nahrungsvorrat mit und verschließen die Zelle nicht, sondern die Zelle bleibt offen und die Larve wird alltäglich gefüttert. Ebenso sollten die solitären Ahnen der Vespiden gethan haben: dadurch wurde ein Verkehr zwischen Mutter und Larve eingeleitet und, bei längerer Dauer des Brutgeschäftes an derselben Stelle, im Verkehr zwischen der noch lebenden Mutter mit ihren eben verwandelten Töchtern. — Vergebens sucht Verhoeff nach Beispielen von Grabwespen, welche ihre bereits ausgeschlüpften Larven täglich mit frischem Futter versehen, indem er zeigt, dass *Mellinus arvensis*, von welchem solches behauptet wurde es nicht thut. Nun hat aber auch hier der unermüdliche Fabre diese Lebensweise für die von ihm beobachteten *Bembex* nachgewiesen.

Merkwürdig genug ist, dass sowohl die sozialen Bienen im Wachs als die sozialen Wespen in Holzkarton Materialien zu ihren Bauten benutzen, welche von keiner solitären Form gebraucht werden. Dieser Umstand beweist zur Genüge, dass uns keine wirklichen Vorstadien ihrer Lebensweise bekannt sind, wenn auch solche gegenwärtig faktisch vorkommen sollten, sondern nur Zustände, welche jenen Vorstadien ähnlich sind und die wir zum Verständnis der biologischen Phylogenese der Insektengesellschaften benutzen dürfen.

C. **Emery** (Bologna).

Pädagogisch-psychometrische Studien.

1. Vorläufige Mitteilung.

Von Dr. **Robert Keller** in Winterthur.

Die nachfolgenden Untersuchungen verdanken ihre Entstehung der Lektüre von Mosso's anregendem Buche „Die Ermüdung“[1]). In demselben wird ein „Arbeitsmesser“, Mosso's Ergograph, beschrieben, welcher gestattet mit bedeutender Genauigkeit die Arbeit einer bestimmten Muskelgruppe und die Schwankungen zu messen, welche durch die Ermüdung während der Arbeit dieser Muskeln hervorgebracht werden können. —

Die Ermüdung ist zweifellos das Resultat eines chemischen Vorganges. Es ist hier nicht der Ort über die gegenwärtig waltenden Vorstellungen der Physiologen, die sich übrigens ja noch keineswegs alle decken, sich zu verbreiten. Darauf aber mag hingewiesen werden, dass die Ermüdung die Zusammensetzung des Blutes beeinflusst, dass sie also hervorgerufen durch die Thätigkeit bestimmter Organe nicht bloß an diesen sich geltend macht, vielmehr allgemeiner Natur ist.

Nach dieser Vorstellung müsste also z. B. eine Ermüdung durch psychische Thätigkeit durch die Bestimmung der Ermüdungskurve von Muskeln konstatiert werden können.

Sollte aber die Ermüdung zugleich auch lokalisiert sein, d. h. zwar den Allgemeinzustand dadurch beeinflussen, dass die Ermüdungsstoffe die chemische Zusammensetzung des Blutes ändern, jedoch das Organ, durch dessen Thätigkeit sie entstanden, in höherem Maße modifizieren als andere, so würde die ergographische Bestimmung der Ermüdung durch psychische Thätigkeit doch brauchbare Resultate liefern. Denn durch die Bethätigung des Gehirns muss die Stärke und Zahl der Impulse, welche Muskelkontraktionen auslösen, beeinflusst werden. A priori dürfen wir annehmen, dass ein ermüdetes Gehirn weniger starke und wohl auch weniger zahlreiche Kontraktionen bis zur Erschöpfung der Thätigkeit einer Muskelgruppe auslöst als das nicht ermüdete. —

Sollte es nicht möglich sein die geistige Bethätigung der Schüler durch den Unterricht mittels dieser ergographischen Methode zu bestimmen? Sollte es nicht möglich werden ein objektives Maß für die Ermüdung durch die Schulthätigkeit zu gewinnen, ja vielleicht auf experimentellem Wege zu bestimmen, in welcher Gruppierung die verschiedenen Disziplinen die geringste Ermüdung verursachen?

Diese Fragen drängten sich mir bei der Lektüre von Mosso's Buch unwillkürlich auf und es schien mir ihre experimentelle Prüfung

1) Die Ermüdung. Von A. Mosso, Professor der Physiologie an der Universität Turin. Deutsch im Verlage von S. Hirzel. Leipzig 1892.

auch für den Fall von Interesse zu sein, als sie zu einem negativen Ergebnisse führen sollte.

Bei meinen Untersuchungen bediente ich mich des von Mosso erfundenen Ergographen. Bezüglich der Beschreibung des Apparates verweise ich auf S. 87—90 des zitierten Werkes. Herr Mosso brachte an demselben eine mir sehr zweckdienliche kleine Veränderung an, indem der Läufer des Schreibapparates einen Stift über einen zwischen den beiden Messingsäulchen sich hinbewegenden Papierstreifen hingleiten lässt. Die Höhe der gezeichneten Linie wird das Maß der Stärke einer Zusammenziehung der Beuger des Mittelfingers.

Ich beschränke mich in dieser ersten vorläufigen Mitteilung der Ergebnisse vieler Versuche auf die Wiedergabe des Einflusses geistiger Arbeit auf den Verlauf der Ermüdungskurve ein und desselben Schülers. Derselbe ist ein recht gut beanlagter nicht sehr kräftiger Jüngling von 14 Jahren.

In einer I. Versuchsreihe bestand die geistige Thätigkeit in den psychischen Prozessen, welche sich beim möglichst schnellen Lesen deutscher Wörter in Antiqua gedruckt abspielen. Analysieren wir diese Vorgänge, dann können wir sie in 5 Phasen gliedern. Der von den Buchstabenbildern ausgeübte Reiz wird vom Sinnesorgan zum Gehirn geleitet. Hier gelangen sie zum Bewusstsein, „sie treten, um mit Wundt zu reden, in das Blickfeld des Bewusstseins". Dieser Perzeption folgt die Apperzeption, d. h. dem Bewusstwerden des Reizes folgt die Erfassung durch die Aufmerksamkeit, der Reiz tritt in den Blickpunkt der Aufmerksamkeit". Die 4. Phase ist der Willensimpuls, die Auslösung der Bewegung der Muskeln der Sprachorgane, die 5. die Leitung der motorischen Erregung zu diesen Muskeln. Da aufeinander folgende Wörter gelesen werden, schließt sich natürlich nicht immer Phase 1 des folgenden Vorganges an Phase 5 des vorangehenden an, sondern die Phasen werden zum Teil sich decken. Die Dauer für den Vorgang des Lesens eines Wortes oder einer Silbe wird daher im nachfolgenden kleiner sein, als wenn das Erkennen und Aussprechen eines einzelnen Wortes mit Hilfe des Kymographen und Chronoskops bestimmt würde. Die Methode hat aber, wie schon Cattel in einer Untersuchung „Ueber die Zeit der Erkennung und Benennung von Schriftzeichen etc." mit Recht bemerkt, den Vorteil, dass die „gemessenen Vorgänge sich denen des wirklichen Lebens" nähern, ich kann sagen, Bethätigungen durch das Schulleben gleichen. Mir bietet sie den Vorteil, dass ich bei verschiedenen Versuchsobjekten Sinnesorgan, zentripetale und zentrifugale Nerven, Nervenzellen und gewisse Muskeln in gleichem Maße bethätigen kann. Diese Folge psychischer Vorgänge stellen mir gleichsam das Gewicht vor, mit welchem ich zu jeder Zeit die gleiche Belastung zu erzielen vermag, ein Umstand der natürlich für meine Versuchszwecke, Bestimmung der Beziehung geistiger Thätigkeit zur Ermüdung, sehr wichtig ist.

Versuche vom 9. Februar 1893. Beginn 8 Uhr.

Die Schnur des Gewichtes des Ergographen ist am 2. Gliede des Mittelfingers der rechten Hand befestigt und dieser hebt, indem er sich beugt, 2 Kilogramm. Nach dem Takte eines Metronoms, das alle Sekunden schlägt, zieht E. J. die Beugemuskeln des Mittelfingers zusammen. Nach 63 Kontraktionen sind die Muskeln so ermüdet, dass sie nicht mehr die Kraft besitzen, das Gewicht zu heben. Die 63 Maßstriche haben zusammen eine Höhe von 488,8 mm. Die Flexoren des Zeigefingers waren also zum Beginne unserer Versuche befähigt bis zu ihrer Erschöpfung eine Arbeit von 0,9776 Kgmetern zu leisten (vergl. Fig. 1).

Fig. 1.

Es wurden nun in 8 rasch aufeinander folgenden Serien zusammen 1386 Wörter (Abschnitte aus Oechsli's Lehrbuch für den Geschichtsunterricht) gelesen. Die nachfolgende Tabelle gibt für jede Serie die durchschnittliche Zeit an, die für die Erkennung und Benennung eines Wortes, bezw. einer Silbe, nötig war.

Serie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Zeit in Sekunden pro Wort	0,355	0,339	0,339	0,394	0,368	0,379	0,327	0,319
Zeit in Sekunden pro Silbe	0,186	0,197	0,182	0,198	0,185	0,194	0,162	0,168

Die Dauer, welche im Mittel für die Erkennung und Benennung eines Wortes nötig war, betrug also 0,3515 Sekunden, für die Silbe 0,184 Sek.; die Maximaldauer war für das Wort 0,394 Sek., für die Silbe 0,198 Sek.; die Minimaldauer 0,319 Sek. bezw. 0,162.

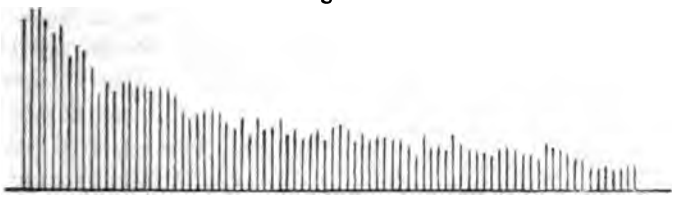
Die Maximaldauer kann nicht als Wirkung der Ermüdung bezeichnet werden, denn sie tritt nicht am Ende der Versuchsreihe sondern in der Mitte auf. Eine Ermüdung, die sich in einer Verlangsamung der psychischen Vorgänge verraten würde, ist während dieser 8 sich folgenden Versuchsreihen nicht wahrzunehmen; wir sehen ja vielmehr, dass die Minimaldauer der Vorgänge mit den beiden letzten Serien zusammenfällt.

Nach dieser Leseprobe wird $8.^{35}$ die Ermüdungskurve in gleicher Weise wie früher bestimmt.

Es ergibt sich folgendes Resultat (vergl. Fig. 2).

Die Maßstriche der Kontraktionen sind bedeutend vermehrt. Ihre Zahl beträgt 82. Sie sind aber auch, die letzten 10 etwa ausgenommen, länger als die resp. Maßstriche der I. Ermüdungskurve. Sie repräsen-

Fig. 2.



tieren zusammen eine Länge von 0,7455 Metern. Die Beuger des rechten Zeigefingers leisten also nunmehr bis zur Erschöpfung eine Arbeit von 1,491 Kilogrammmetern.

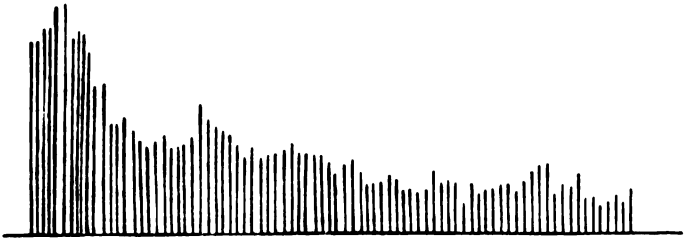
Nach kurzer Pause beginnt eine neue Leseprobe. Es werden in 3 Serien 1257 Wörter gelesen.

Serie	I	II	III
Zeit in Sekunden pro Wort . .	0,322	0,351	0,343
Zeit in Sekunden pro Silbe . .	0,184	0,181	0,184

Erkennung und Benennung erfordern also im Mittel pro Wort die Zeit von 0,338 Sek., pro Silbe 0,183 Sek. Auch jetzt ist also von einer Verlangsamung der psychischen Vorgänge nichts zu bemerken.

8.[50] erfolgt die 3. ergographische Messung (vergl. Fig. 3).

Fig. 3.



Die Zahl der Maßstriche ist gegenüber der vorigen Messung kaum verändert (81 gegenüber 82). Die Gesamtlänge hat dagegen wieder zugenommen. Sie beträgt jetzt 931,6 mm. Vor allem sind die ersten 10 Kontraktionen erheblich größer als früher. Die Arbeit, welche die Beuger des Mittelfingers nun bis zu ihrer Erschöpfung leisteten, betrug 1,8632 Kgmeter. Sie ist also gegenüber der zu Anfang des Versuches geleisteten fast verdoppelt.

Eine Eigentümlichkeit des Verlaufes der Ermüdungskurve tritt an dieser 3. Ermüdungszeichnung auffälliger als an den beiden frühern

hervor. Die Kurve hat das Bild einer geneigten Wellenlinie. Sie fällt nicht gleichförmig ab. Haben die Maßstriche eine gewisse Längenverringerung erfahren, dann erfolgt oft eine relativ beträchtliche Längenzunahme. Zehnmal zeigt sich an unserer Kurve ein ausgesprochener, auf den ersten Blick auffälliger Wellenberg. Dieser im Momente überraschende Kurvenverlauf spiegelt uns in schöner Weise den Gang der im Gehirn sich abspielenden Willensakte wieder. Das Versuchsobjekt, dessen Ermüdungszeichnung aufgeschrieben wird, hat das Gefühl der allmählichen Abnahme der Maßstriche. Ist dieses Gefühl stärker geworden, dann wird zur Auslösung der Kontraktionen eine größere Energie aufgewendet, der Willensimpuls wird stärker, als wie er bisher war. Die Ermüdung führt aber schnell wieder zur Längenverringerung der Maßstriche, bis eine erneute Vermehrung des Energieaufwandes wieder stärkere Kontraktionen auslöst, die Maßstriche länger werden lässt. Dieses Spiel wiederholt sich, bis schließlich der Grad der Ermüdung ein derartiger geworden ist, dass die Auslösung einer Kontraktion nicht mehr möglich ist.

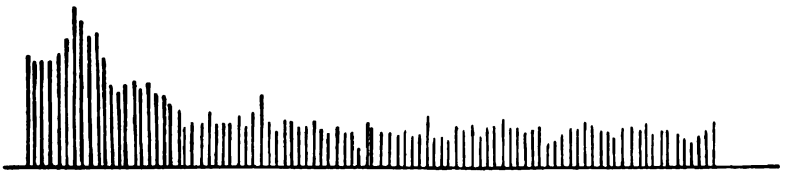
Nach kurzer Pause wurden 425 Wörter und 150 ein- und zweistellige Zahlen gelesen. Aus Gründen, die später dargethan werden, will ich die Zeitmaße für die Zahlen hier nicht berücksichtigen.

Für die Wörter waren pro Wort durchschnittlich 0,354 Sek., pro Silbe 0,183 Sek. nötig.

Da die Silbenzeit das bessere Maß als die Wortzeit sein dürfte, ergibt sich aus dem voranstehenden, dass die bisherige geistige Bethätigung mit den kleinen eingeschobenen Pausen noch nicht zu einer Verzögerung des Erkennens und Wiedergebens der Wortbilder führte.

9.^{5} Uhr erfolgt wieder eine ergographische Messung (vergl. Fig. 4).

Fig. 4.

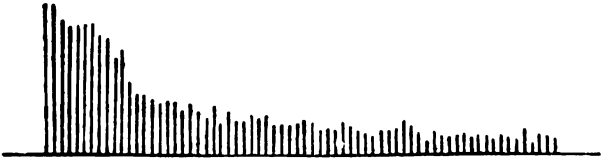


Die Zahl der Kontraktionen, die ausgelöst werden, ist eine noch größere, als in den vorangehenden Aufzeichnungen der Ermüdungskurve. Die Willensimpulse aber sind schwächer geworden. Sie vermögen nicht mehr so starke Bewegungen auszulösen, wie in den beiden vorangegangenen Fällen. Die Gesamtlänge der Maßstriche beträgt nur noch 0,6495 Meter, die geleistete Arbeit somit 1.299 Kilogrammmeter.

Es folgt nun eine fast $^5/_4$stündige Pause, welche E. J. spazierend zubringt. 10.^{15} Uhr wird wieder die Ermüdungszeichnung aufgeschrieben. Es ergibt sich das höchst überraschende Resultat, dass trotz des Aus-

ruhens die Zahl der Kontraktionen erheblich vermindert ist, nämlich auf 68 sank und vor allem, dass sie viel weniger kräftig geworden sind. Ihre Gesamthöhe beträgt nur 408,6 mm. Die bis zur Erschöpfung geleistete Arbeit ist also 0,817 Kgmeter; sie ist kleiner als vor $2^1/_4$ Stunden, zu Beginn der Versuche (vergl. Fig. 5).

Fig. 5.



Die vorangehenden ergographischen Messungen zeigen uns, dass die geistige Arbeit zunächst die Leistungsfähigkeit vermehrt. Die Arbeit wirkt erregend. Sie steigert die Leistungsfähigkeit bis fast auf das Doppelte der ursprünglichen. Dieser Moment war in unserer Versuchsreihe nach 50 Minuten geistiger Arbeit (die Pausen, die durch die Untersuchungsmethode bedingt waren, sind eingerechnet. Die unmittelbare geistige Bethätigung betrug nur $^1/_3$ der angegebenen Zeit) erreicht. Dann sinkt die Leistungsfähigkeit und zwar verrät sich der Zustand der Ermüdung d. h. eine Leistungsfähigkeit, die geringer ist als die ursprüngliche, sogar sehr deutlich nach mehr als 1stündiger Pause. Die Ermüdung erscheint also hier als lange andauernde Nachwirkung der vorangegangenen Erregung.

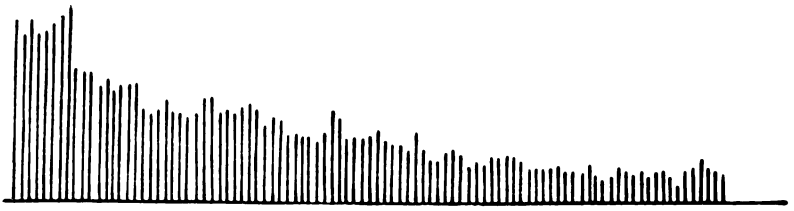
Eine II. Versuchsreihe schließt sich unmittelbar an diese erste an. Ich beschränke mich auf die tabellarische Wiedergabe ihrer Resultate, da die Ausführung der vorangegangenen völlig entspricht.

Serie	Zahl der gelesenen Wörter	Zahl der gelesenen Silben	Zeit pro Wort in Sekunden	Zeit pro Silbe in Sekunden
I	100	216	0,408	0,188
II	211	422	0,346	0,173
III	210	403	0,342	0,178
IV	109	205	0,363	0,194
V	206	396	0,358	0,186
VI	218	397	0,327	0,179
VII	209	413	0,382	0,194
VIII	101	203	0,342	0,170
	1364	2655	0,358	0,183

$10.^{35}$ Uhr ergographische Messung. Zahl der Kontraktionen 94. Gesamtlänge der Maßstriche 0,9285 Meter. Die Arbeit, welche die

Flexoren bis zu ihrer Erschöpfung leisteten, betrug also 1,857 Kgmeter (vergl. Fig. 6).

Fig. 6.



Es folgt nach einer Pause von einigen Minuten eine neue Leseprobe:

150 Zahlen mit 330 Silben; pro Zahl 0,457 Sekunden
pro Silbe 0,208 „
399 Wörter mit 802 Silben; pro Wort 0,349 „
pro Silbe 0,173 „

10.^{50} Uhr ergographische Messung (vergl. Fig. 7). Zahl der Kontraktionen 79. Gesamtlänge der Maßstriche 0,8481 Meter. Die Arbeit, welche die Beuger bis zu ihrer Erschöpfung leisteten, betrug also 1,6962 Kgmeter.

Fig. 7.

Nach kurzer Pause neue Leseprobe.

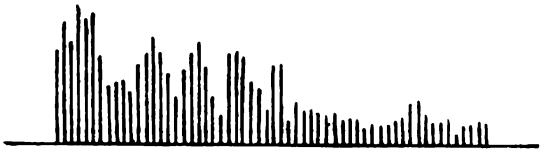
Serie	Zahl der gelesenen Wörter	Zahl der gelesenen Silben	Zeit pro Wort in Sekunden	Zeit pro Silbe in Sekunden
I	402	789	0,353	0,180
II	407	800	0,316	0,165
III	408	793	0,309	0,167
	1217	2382	0,326	0,171

11.^{3} Uhr ergographische Messung. Zahl der Kontraktionen 60. Gesamtlänge der Maßstriche 0,432 Meter. Die Arbeit, welche die Beuger des Mittelfingers bis zur Erschöpfung ausführten, war 0,864 Kgmeter (vergl. Fig. 8).

Pause bis 12.^{15} Uhr, dann ergographische Messung (vergl. Fig. 9). Zahl der Kontraktionen 50. Gesamtlänge der Maßstriche 0,4149 Meter. Die Arbeit, welche die Flexoren bis zur Erschöpfung leisteten, war 0,8298 Kgmeter.

Es zeigt also diese Versuchsreihe im Prinzip den analogen Verlauf wie die vorige. Die Arbeit erhöht die Leistungsfähigkeit. Das Maximum dieser ist aber schneller erreicht, mit andern Worten es erzielt in dieser Versuchsreihe, der nur eine kürzere Ruhe des Gehirns voranging, eine viel kleinere Hirnthätigkeit den Zustand der Erregung. Sie ist zeitlich bestimmt nur halb so groß wie im vorigen Falle. Die gleiche Arbeits-

Fig. 8.



dauer, welche in der Versuchsreihe von 8—10.[15] Uhr zum Maximum der Leistungsfähigkeit führte, lässt nunmehr erheblich kleinere Werte entstehen. Denn der Arbeitsleistung von 1,6962 Kgmeter korrespondiert eine Hirnbethätigung von nur $^2/_3$ jener frühern, zum Maximum führenden, und der Arbeit von 0,864 Kgmeter, die also nicht einmal die halbe Leistungsfähigkeit jenes ersten Maximums darstellt, entspricht eine Bethätigung des Gehirns, die nicht $^1/_5$ größer ist, als jene frühere.

Fig. 9.

Diese Resultate sind wohl nur so zu deuten, dass das Gehirn trotz der mehr als 1stündigen Pause noch nicht vollständig ausgeruht hatte, als es zu neuer Bethätigung herangezogen wurde. Kann nun auch dessen Leistungsfähigkeit so groß sein, wie die des ausgeruhten Gehirns, so ist sie nicht so anhaltend. Schneller tritt der Zustand verminderter Leistungsfähigkeit ein.

So nahe es läge hieran Betrachtungen über die vierstündig aufeinander folgende Schulbethätigung oft recht jugendlicher Schüler anzuknüpfen, ich will mich doch vor der Hand jeglicher Reflexionen enthalten, da ja das von uns konstatierte Verhalten von individueller Natur sein könnte.

Auch in dieser 2. Versuchsreihe reichte eine fast $^3/_4$stündige Pause nicht hin um die Leistungsfähigkeit vom Morgen (vergl. Fig. 1) wieder herzustellen.

Eine 3. Versuchsreihe begann am gleichen Tag um 3.[20] Uhr. Die Ermüdungszeichnung, die E. J. aufschrieb, ist eine etwas kräftige Kopie der Fig. 1. Die Zahl der Maßstriche ist etwas vergrößert, ein Teil der Kontraktionen, namentlich die 15 ersten, etwas kräftiger, so

dass die Gesamtlänge der Maßstriche größer wird als bei der 1. ergographischen Messung, nämlich 0,5233 Meter. Die Arbeit, die die Kontraktoren bis zu ihrer Erschöpfung leisten, ist demnach etwas größer, nämlich 1,0466 Kgmeter.

Nicht nur der langen Ruhe, deren E. J. gepflogen, dürfte das zuzuschreiben sein, sondern auch dem Mittagessen, das er um $12^1/_2$ Uhr zu sich nahm.

Die geistige Bethätigung besteht wieder im Erkennen und Aussprechen von zu Sätzen vereinten Wörtern. Nachfolgend gebe ich die tabellarische Zusammenstellung der bezw. Resultate.

Serie	Zahl der gelesenen Wörter	Zahl der gelesenen Silben	Zeit pro Wort in Sekunden	Zeit pro Silbe in Sekunden
I	107	199	0,305	0,164
II	220	423	0,303	0,157
III	215	445	0,316	0,153
IV	105	200	0,295	6,155
V	218	419	0,283	0,147
VI	211	419	0,307	0,155
VII	215	395	0,305	0,166
VIII	105	204	0,331	0,171
	1396 (Summe)	2704	0,305 (Durchschnitt)	0,157

In mehrfacher Beziehung sind diese Zahlen von Interesse. Die Zeit, die durchschnittlich zum Lesen eines Wortes wie einer Silbe nötig war, ist erheblich kleiner als in den bisherigen Versuchen. Es deuten dieselben also zweifellos an, dass die am Vormittag bethätigten Organe ihre volle Leistungsfähigkeit wieder erlangten. Die kürzere Zeit, die zum Lesen nötig war, hat vielleicht ihre Ursache teils in der vermehrten Uebung im Schnelllesen, teils in der gesteigerten Aufmerksamkeit, durch welche die Apperzeptionszeit verkürzt wurde.

(Schluss folgt.)

Einsendungen für das Biol. Centralblatt bittet man an die ***Redaktion, Erlangen, physiol. Institut, Bestellungen*** *sowie alle* ***geschäftlichen,*** *namentlich die auf* ***Versendung des Blattes,*** *auf* ***Tauschverkehr*** *oder auf* ***Inserate*** *bezüglichen Mitteilungen an die* ***Verlagshandlung Eduard Besold, Leipzig, Salomonstr. 16,*** *zu richten.*

Verlag von Eduard Besold (Arthur Georgi) in Leipzig. — Druck der kgl. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik — Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIV. Band. 15. Januar 1894. **Nr. 2.**

Inhalt: **Francé**, Zur Biologie des Planktons. — **Keller**, Pädagogisch-psychometrische Studien (Schluss). — **Emery**, Die Entstehung und Ausbildung des Arbeiterstandes bei den Ameisen. — **Wasmann**, Zur Morphologie, Biologie und Pathologie der Nonne. — **Roth**, Klinische Terminologie.

Zur Biologie des Planktons.

Vorläufige Mitteilung.

Von **R. H. Francé.**

Im Verlaufe des Jahres 1893 begann ich im Auftrage der zur naturhistorischen Erforschung des Balaton (= Platten) -sees gebildeten Kommission der ung. geograph. Gesellschaft, systematische biologische Planktonbeobachtungen, welche — soweit dies bisher möglich — zu einem gewissen Abschluss gelangten; der Zweck folgender Zeilen ist nun, kurz über die hauptsächlichsten Ergebnisse dieser fortgesetzten Studien zu berichten, während ich mir die Détailangaben für die demnächst erscheinende Monographie der niederen Tierwelt des Balatonsees vorbehalte.

Es sei hier kurz bezüglich der Sammelmethode erwähnt, dass ich teils Handnetze, teils Kieler Plankton- und Tiefenschleppnetze verwendete, welch letztere, in jeder beliebigen Tiefe verschließbar, besonders zur Erforschung der Lebensverhältnisse der in den tieferen Wasserregionen und am Grunde lebenden Mikrofauna benützt wurden.

Der Balatonsee — bekanntlich der größte See Mitteleuropas — hat ein Areal von ca. 731 km_2, jedoch nur geringe Tiefe, welche ca. 11 m nicht übersteigt.

Die Ufer dieser 76 km langen und stellenweise bis $7^1/_2$ km breiten kolossalen Wasserfläche sind sehr verschiedenartig; neben steinigen, felsigen Ufern ziehen sich langgestreckte Sanddünen, an manchen Stellen dagegen geht das mit Rohr bedeckte Ufer direkt in große, manchmal stundenweit ausgebreitete urwüchsige Rohrsümpfe über. Bei so variablen Existenzbedingungen kann es auch selbstverständlich

an einer mannigfaltigen Tierwelt nicht fehlen; doch kommt dieses vorzugsweise nur an den Ufern zur Ausbildung, während die Zusammensetzung des Planktons nicht besonders mannigfach ist. Die hauptsächlichsten Vertreter der Entomostraken sind die Gattungen *Cyclops*, *Canthocamptus*, *Diaptomus*, *Daphnia*, *Sida*, *Daphnella*, *Alona*, *Pleuroxus*, *Leptodora* etc., der Rotatorien: *Euchlanis*, *Salpina*, *Anurea*, *Polyarthra*, *Asplanchna*, *Notholca*, *Pompholyx*, *Erethmia*, *Mastigocerca* etc., der Protozoen: *Ceratium*, *Tintinnopsis*.

Von pflanzlichen Organismen seien erwähnt das von Juli ab massenhaft vorkommende *Clathrocystis aeruginosa*, ferner *Pediastrum*, *Dictyosphaerium*, *Fragilaria*, *Melosira*, *Nitzschia*, *Pleurosigma* etc. [1]).

Dies ist im großen Ganzen die Tier- und Pflanzenwelt, welche freischwebend die inneren Wasserschichten bewohnt, jedoch bezüglich ihrer einzelnen Formen keine gleiche Verteilung zeigt, wie Hensen in seinem bekannten Planktonwerke annimmt; im Gegenteile finden sich neben ganz organismenarmen Wasserschichten wieder solche, welche von einem Gewimmel der verschiedensten Planktonwesen belebt sind. Auch die einzelnen Formen sind ziemlich verschiedenartig verteilt; ich konnte ganze *Ceratium*-, *Bosmina*, *Daphnia*-, *Diaptomus*- etc. Distrikte unterscheiden, welche fast ausschließlich von den betreffenden Entomostraken und Protozoen belebt waren. Jedenfalls ergaben mir Hunderte von zu verschiedenen Tages- und Nachtzeiten angestellte Beobachtungen mit totaler Gewissheit eine höchst ungleiche Verteilung des Planktons; demzufolge muss ich die Hensen'sche Planktonzählmethode, welche gerade auf einer (angenommen) gleichen Verteilung des Limnoplanktons beruht, als auf falscher Basis stehend entschieden für zwecklos, ja zu unrichtigen Ergebnissen führend betrachten und dies ist zugleich der Hauptgrund, weshalb ich diese Zählmethode nicht angewendet habe.

Bezüglich der Verbreitung möchte ich noch erwähnen, dass ich im vollsten Umfange jene von Zacharias — in dem I. Jahresberichte über die so erfolgreiche Forschungsthätigkeit an der Plöner Süßwasser-Station —, erwähnte Thatsache, dass die limnetische Tierwelt gegen die Ufer zu nicht abnimmt, bestätigen konnte; um zur Bekräftigung dieses nur ein Beispiel anzuführen, fand ich am 4. August des Jahres 1893 in unmittelbarster Nähe des Ufers, kaum 1 Meter vom Strande bei Tihany eine zahlreiche Gesellschaft von *Daphnia Kahlbergiensis*, *Diaptomus gracilis*, *Leptodora hyalina*, *Anurea aculeata*, *Ceratium hirundinella*, *Euchlanis dilatata*, *Raphidiophrys pallida*, *Pediastrum pertusum* etc., also lauter rein pelagische Formen.

1) Es sei erlaubt an dieser Stelle einige Daten über das pelagische Vorkommen einiger sonst littoraler oder gar Pfützenbewohner einzuschalten. So fand ich z. B. am 16. Juli v. J. *Euglena acus* limnetisch, ebenso *Dactylosphaerium radiosum* und einige andere sonst littorale Infusorien.

Auf diese und andere später näher zu erörternde Gründe gestützt möchte ich den bisherigen strengen Unterschied zwischen der Littoral- und der Wasserspiegelfauna ganz aufgeben, wenigstens was das Limnoplankton betrifft.

Ferner ist schon seit längerer Zeit die Thatsache bekannt, dass viele der Planktonorganismen von Zeit zu Zeit tiefere resp. superficiale Wasserschichten aufsuchen; doch sind systematische Beobachtungen über die Periodizität und die äußeren Bedingungen dieser Migrationen fast kaum oder doch nur als gelegentliche Wahrnehmungen in sehr geringem Maße bekannt. Was nun meine diesbezüglichen Untersuchungen betrifft, so kann ich mich in diesem vorläufigen Berichte natürlich nicht in die Détails der einzelnen Beobachtungen näher einlassen, sondern nur die wichtigsten allgemeinen Resultate derselben mitteilen.

Und zwar ergaben zahlreiche, in fast allen Stunden des Tages und der Nacht angestellte Beobachtungen folgende Thatsachen:

Mit geringen Ausnahmen befinden sich die Planktonwesen des Nachts an der Oberfläche des Wassers; mit dem Fortschreiten der Dämmerung ziehen sie sich in innere, tiefere Regionen zurück. Dies dauert bis in die ersten Nachmittagsstunden; um diese Zeit kommen sie in immer höhere Wasserschichten, um kurz nach Sonnenuntergang wieder plötzlich an der Oberfläche zu erscheinen, wo sie die Nacht über verbleiben, bis sich mit dem Beginn der Morgenröte der soeben geschilderte Cyklus wiederholt.

Dieses Schema stimmt jedoch nur bei gewissen meteorologischen Verhältnissen, so bei Windstille, glattem Wasser, finsterer Nacht resp. tagsüber Sonnenschein; abweichend jedoch ist das Verhalten des Planktons bei ungünstigem, regnerischem Wetter, bei Sturmwind, bei Mondenschein etc.

Ich werde in Nachstehendem nur die Folgesätze der Beobachtungen mitteilen, mir die Belege für den Détailbericht vorbehaltend.

1) Tagsüber hält sich der größte Teil der Planktonwesen bei Windstille, klarem Himmel und Sonnenschein in tieferen Wasserregionen auf. Und zwar suchen sie Vormittags immer tiefere Wasserschichten, bis sie in den Mittagsstunden die Grundregion erreicht haben; Nachmittags ziehen sie aufwärts gegen die Oberfläche zu.

2) Auch bei schwachem Winde und mäßigem Wellenschlage gilt das von ad 1) Gesagte; jedoch kommen die Wanderungen in nicht so prägnanter Weise zum Ausdrucke.

3) Bei andauerndem Regen und mäßigem Wellenschlage sind die Planktonwesen vom Grunde bis zur Tiefe im Verhältnisse der letzteren stufenweise verteilt, sodass sich nahe am Grunde der weitaus größte Teil derselben befindet.

4) Bei heftigem langandauerndem Winde, sowie bei Sturm ist keine in deutlich vortretender Weise bemerkbare aktive Verteilung wahrnehmbar; jedoch scheinen die meisten Planktonorganismen sich doch am Grunde zu finden.

5) Bei heftigem Sturmwinde und Regen findet eine ziemlich gleiche Verteilung, wie ad 4) angeführt, statt.

6) Nachtsüber hält sich der größte Teil des Planktons bei Neumond, Windstille und ruhigem Wasser an dem Spiegel des Sees auf.

7) Unter denselben physikalischen Verhältnissen, jedoch bei Mondenschein (Vollmond) befindet sich zwar noch immer ein großer Teil der Planktonwesen (hauptsächlich Cladoceren) an der Oberfläche; ein anderer Teil zieht sich jedoch in tiefere Wasserschichten zurück.

8) Bei Wind und bewegtem Wasser wandert der überwiegende Teil des Planktons auch bei Nacht in tiefere Wasserschichten.

9) Bei starkem Sturmwinde findet auch bei Nacht eine gleiche Verteilung des Limnoplanktons statt, wie unter ähnlichen Wetterumständen bei Tage; dasselbe gilt auch für Regen.

10) Bei bewölktem Himmel, ohne Sonnenschein finden sich tagsüber in den superficiellen Wasserschichten nur wenige Planktonwesen, deren Zahl gegen die Tiefe zu immer mehr zunimmt.

11) Unterhalb der Eisdecke finden sich dieselben Verhältnisse, wie bei freiem Wasser; besonders viel Plankton sammelt sich an der Wasseroberfläche von Eislöchern.

Dies ist in kurzen Zügen, gleichsam nur skizziert das Verhalten des Planktons gegen Witterungseinflüsse. Doch nicht alle Planktonwesen zeigen ein diesbezüglich gleiches Verhalten, manche Arten bleiben bei diesen aktiven Migrationen zurück, andere wieder eilen vor. Es ist augenfällig, dass die mit besseren Schwimmwerkzeugen ausgerüsteten Arten rascher verschiedene Wasserschichten aufsuchen können, als die unbeholfeneren schlechten Schwimmer. So fand ich denn die Planktonentomostraken nicht nur in horizontaler, sondern zuweilen auch in vertikaler Richtung in deutliche Schichten gegliedert; Abends traten zuerst die gut schwimmenden Cladoceren an die Oberfläche, während die Copepoden erst nachträglich, beiläufig in einer Stunde folgten, wie denn auch die Cladoceren mit Sonnenaufgang die ersten waren, welche die Oberfläche verließen und tiefere Wasserschichten aufsuchten.

Bezüglich des Verhaltens der einzelnen Arten kann ich mich an dieser Stelle nicht näher einlassen, möchte jedoch als Beispiel gerne einige interessantere Daten hervorheben bezüglich der Tiefenbewohnerin *Leptodora hyalina*.

Diese schöne Cladocere hält sich bekanntlichermaßen angeblich nur in den tieferen Wasserregionen auf und kommt nach den bisherigen Angaben nur des Nachts an die Oberfläche, wie ich dies

übrigens für weitaus die überwiegende Zahl der Fälle bestätigen kann. Um so überraschender war mir daher der Umstand, dass die angezogene Art mehreremals bei sonnenhellem, ruhigem Wetter Vormittags in nur 0,10 m Tiefe, in den ersten Nachmittagsstunden jedoch unter den gleichen physikalischen Umständen ganz an der Oberfläche gefunden wurde. *Leptodora* ist übrigens diejenige Art, welche am frühesten an der Oberfläche erscheint, jedoch auch zuerst wieder tiefere Wasserschichten — schon um 2 Uhr Nachts wurde sie in den Fängen selten — aufsucht.

Die Ursache dieser täglichen Wanderungen zu ergründen ist eine überaus schwierige Aufgabe, deren Lösung sich — da, wie wir zum Teile schon sahen, die verschiedensten Einflüsse sich geltend machen —, zu einem verwickelten Probleme gestaltet. Dass wir in dieser Erscheinung aktive Bewegungen zu suchen haben, ist sicher; dies erhellt schon aus dem Umstande, dass die Planktonalgen — wie *Pediastrum*, *Dictyosphaerium* etc. — zu jeder Zeit gleichmäßig an der Oberfläche schwimmen; es ist demnach ausgeschlossen, dass nur vertikale Wasserströmungen diese eigentümlichen Wanderungen verursachen.

Ohne mich in eine ausführliche Erörterung der angeregten Frage an dieser Stelle näher einzulassen, glaube ich behaupten zu können, dass die tägliche Wanderung sowohl von der Licht- resp. Wärmestimmung der betreffenden Arten, als auch von mechanischen Einflüssen herzuleiten sein dürfte. Zur Bekräftigung meiner Ansicht, dass die Planktonorganismen mit Vorliebe kühlere Wasserregionen aufsuchen, kann angeführt werden, dass diese täglichen Migrationen im Winter und Vorfrühlinge nicht so präcise stattfinden wie im Sommer, so dass ich z. B. am 26. März 1893 um $^1/_2$9 Uhr Morgens an der Oberfläche des 5° C. grädigen Wassers erfolgreich Plankton fischte.

Es erübrigt noch jener hochinteressanten Erscheinung zu gedenken, welche nach Haeckel's Vorgang mit dem Namen „Zoocorrente“ oder „Tierschwarm“ bezeichnet wird, da ich derlei Schwärme im Laufe des Sommers im Balaton beobachten konnte.

Diese Bildungen sind jedoch dort relativ selten; ich konnte trotz vieler nach der Auffindung des ersten daran verwendeter Mühe dieselben nur einigemal beobachten. Die Schwärme bestehen meist aus Entomostraken (*Diaptomus*, *Daphnia Kahlbergiensis*, *Bosmina* etc.), doch traf ich auch solche, welche fast ausschließlich aus Protozoen und zwar Ceratien bestanden. Die Zoocorrenten zogen meist nahe der littoralen Region und besaßen zuweilen eine Länge von 200—150 m, jedoch sehr variable Breite.

In einem Falle erfüllten Entomostraken und Rotatorien den Wasserspiegel so massenhaft, dass der betreffende Distrikt schon von weitem erkennbar war.

Erwähnen will ich noch, dass ich diese Schwärme immer nur an der Oberfläche des Wassers, höchstens bis ca. 1 Meter Tiefe antraf.

Dies sind in knappen Zügen die wichtigsten Ergebnisse meiner bisherigen biologischen Beobachtungen; sie beziehen sich freilich hauptsächlich nur auf die täglichen Schwankungen des Planktons; zur Erforschung der monatlichen oder in noch größeren Zeiträumen stattfindenden Oscillationen reicht die kurze Zeit eines Jahres nicht aus. Erst aus den Ergebnissen zahlreicher Jahre können in dieser Hinsicht wohlbegründete, richtige Schlussfolgerungen gezogen werden; es kann dies nicht die Aufgabe eines einzelnen Forschers sein, sondern gehört in das Programm der sich immer mehr entwickelnden biologischen Süßwasserstationen.

Budapest, den 20. September 1893.

Pädagogisch-psychometrische Studien.

1. Vorläufige Mitteilung.

Von Dr. **Robert Keller** in Winterthur.

(Schluss.)

Die Ermüdungszeichnung, die E. J. 3.^{47} Uhr schrieb, bestätigt die Beobachtungen vom Vormittag. Die Zahl der Kontraktionen ist zwar unerheblich vermehrt; sie stieg auf 70. Dagegen ist etwa die 1. Hälfte der Zusammenziehungen kräftiger als an der Ermüdungszeichnung von 3.^{20} Uhr. Die Gesamtlänge der Maßstriche beträgt 0,815 Meter, die bis zur Erschöpfung der Beuger des rechten Mittelfingers geleistete Arbeit betrug also, da die Belastung wieder 2 Kg war, 1,63 Kgmeter.

Wieder schließt sich nachfolgende Leseprobe an.

Serie	Zahl der gelesenen Wörter	Zahl der gelesenen Silben	Zeit pro Wort in Sekunden	Zeit pro Silbe in Sekunden
I	431	769	0,266	0,149
II	415	773	0,299	0,160
III	420	795	0,283	0,149
	1266 (Summe)	2337 (Summe)	0,283 (Mittel)	0,153 (Mittel)

Dieser Arbeitsleistung folgte eine weitere erhebliche Steigerung der Maßstriche der Ermüdungszeichnung. E. J. vermochte 127! Kontraktionen, von denen die ersten sehr bedeutende waren, auszuführen. Die Gesamtlänge derselben betrug 1,079 Meter; die geleistete Arbeit also 2,156 Kgmeter. So deutet die Ermüdungszeichnung auf einen Zustand starker Erregung. War doch wieder die Leistungsfähigkeit nahezu verdoppelt, gegenüber der Leistung von 3.^{20} Uhr.

Nach den frühern Erfahrungen war also anzunehmen, dass damit die Kurve der Leistungsfähigkeit ihren Höhepunkt erreicht habe, dass nun die Abspannung, die geistige Ermüdung folgen werde. Es scheint das, wie nachfolgende Tabelle zeigt, schon die vermehrte Zeit zum Lesen der Silbe, 0,165 Sek., anzudeuten, wenn anderseits auch gesagt werden kann, dass in frühern Serien dieser 3. Versuchsreihe diese Zahl auch schon überschritten wurde.

Unzweideutig aber ergibt sich diese Abnahme aus der Ermüdungszeichnung von 4.^{5} Uhr. Die Zahl der Kontraktionen ist nicht einmal halb so groß wie an der vorigen Zeichnung. Die Gesamtlänge der Maßstriche ist ebenfalls nur noch circa die Hälfte der vorigen, nämlich 0,5044 Meter und die geleistete Arbeit demnach 1,088 Kgmeter.

Nach $^{5}/_{4}$stündiger Ruhe war die Leistungsfähigkeit wieder bedeutend gestiegen. Durch 75 Kontraktionen wurde eine Arbeit von 1,7314 Kgmeter geleistet. Die Gesamtlänge der Maßstriche betrug 0,8657 Meter.

Es mag überraschen, dass die Nachwirkung der Ermüdung nicht eine ausgesprochene war, dass die Erholung einen günstigern Zustand herstellte, als er nach der mittäglichen Ruhe bestand. Es ist das wohl darauf zurückzuführen, dass die Versuchsperson die Zeit des Ausruhens zum Abendessen (Kaffee, Milch, Brod) benutzte. Schon Mosso weist darauf hin, dass kurze Zeit nach dem Essen die Werte der Maßstriche steigen.

In dem gegebenen Falle lassen sich also die Versuchsergebnisse etwa in folgender Weise zusammenfassen. Die zur Anwendung gebrachte geistige Thätigkeit wirkt zunächst anregend. Sie vermehrt die Willensimpulse und erhöht ihre Stärke im allgemeinen etwa bis zur Verdoppelung der Leistungsfähigkeit, die nach nächtlicher Ruhe zu konstatieren ist. Wird alsdann die geistige Arbeit weiter fortgeführt, dann folgt ihr eine Schwächung der Impulse, es nähert sich mehr und mehr der Zustand der Abspannung. Während der Ruhe, die zeitlich der Arbeit nicht nur gleichkommt, sondern erheblich größer sein kann, wirkt die Abspannung nach und kann ihr Minimum nach einer längern Pause erreichen.

Die Wirkung geistiger Arbeit, die ein nicht völlig ausgeruhtes Gehirn auszuführen hat, die sich also — auch nach längerer Pause — an eine vorangegangene (gleichartige) Bethätigung anschließt, kann zunächst durch die folgende Zusammenstellung illustriert werden.

Wir bezeichnen die Arbeitsleistung nach der nächtlichen Ruhe mit 100 (Fig. 1). Dann ergeben die successiven ergographischen Messungen folgende Resultate.

1. Versuchsreihe.		2. Versuchsreihe.	
100	Zeit der Arbeit	83	Zeit der Arbeit
152		189	
190		173	
132		88	
83	nach der Pause	85	nach der Pause.

Diese Zusammenstellung zeigt uns, dass zwar die Arbeit den gleichen arbeitsfördernden Zustand der Erregung bewirkt, dass demselben aber sehr schnell der Zustand starker Abspannung folgt. Wieder wirkt sie während längerer Zeit nach, mit andern Worten auch eine längere Pause vermag den normalen Zustand nicht herzustellen. Erst die mehrstündige Ruhe über den Mittag bringt wieder den ursprünglichen Zustand hervor.

Man wird nun diesen Schlussfolgerungen gegenüber den Einwand erheben, dass sie vielleicht auf zufällige Veränderungen der Ermüdungskurve fußen, dass zwischen der geistigen Arbeit, die geleistet wurde und diesen Veränderungen kein kausaler Zusammenhang bestehe, dass vielleicht ohne diese geistige Bethätigung sich analoge Schwankungen ergeben hätten.

Ohne weiteres gebe ich zu, dass diese psychophysiologische Methode leicht zu übereilten Schlüssen führen könnte.

Für den kausalen Zusammenhang zwischen der geistigen Arbeit und dem Kurvenverlauf spricht aber doch wohl dessen Gleichartigkeit in den 3 aufeinander folgenden Versuchsreihen. Ich habe aber auch, um über diese Grundbedingung meiner Erörterungen keine Zweifel walten zu lassen, wiederholt ähnliche Versuch mit analogem Erfolge angestellt.

Der Kürze wegen beschränke ich mich auf tab. Zusammenstellungen und Angaben über die am Ergographen aufgezeichneten Arbeitsmengen.

Versuche vom 11. Februar 1893.

Erste ergographische Messung $8.^{10}$ Uhr. Die Beuger des Mittelfingers der rechten Hand meiner Versuchsperson E. J., die ein langer, guter, ununterbrochener Schlaf gestärkt hatte, vermochten bis zu ihrer Erschöpfung 83 Kontraktionen auszuführen. Die Maßstriche hatten eine Gesamtlänge von 0,7197 Meter. Es wurden mit jeder Kontraktion 2 Kg gehoben, also betrug die geleistete Arbeit 1,4294 Kgmeter.

Die nun folgende geistige Bethätigung ergibt sich aus der nachfolgenden tabellarischen Zusammenstellung.

Serie	Zahl der gelesenen Wörter	Zahl der gelesenen Silben	Zeit pro Wort in Sekunden	Zeit pro Silbe in Sekunden
I	107	206	0,331	0,172
II	218	419	0,340	0,177
III	207	401	0,322	0,168
IV	104	199	0,317	0,166
V	212	415	0,340	0,174
VI	216	407	0,322	0,171
VII	215	401	0,332	0,178
VIII	113	204	0,325	0,179
	1392 (Summe)	2652 (Summe)	0,328 (Mittel)	0,173 (Mittel)

Nachdem in dieser Weise während $7^1/_2$ Minuten eine geistige Bethätigung stattgefunden hatte, zeichnete E. J. um $8.^{30}$ eine Ermüdungszeichnung auf.

Die Zahl der Zusammenziehungen ist auf 62 gesunken. Die Gesamtlänge der Maßstriche aber ist um 20% vergrößert. Sie beträgt 0,8603 Meter; die geleistete Arbeit also 1,7206 Kgmeter.

Nach einer kleinen Pause beginnt das Schnelllesen von neuem und dasselbe ergibt folgendes Resultat.

Serie	Zahl der gelesenen Wörter	Zahl der gelesenen Silben	Zeit pro Wort in Sekunden	Zeit pro Silbe in Sekunden
I	428	784	0,319	0,174
II	422	758	0,334	0,186
III	420	796	0,319	0,168
	1270 Summe	2338	0,324 Mittel	0,176

Die unmittelbare geistige Bethätigung betrug in dieser Versuchsserie 7 Minuten.

Ergographische Messung $8.^{45}$ Uhr. Zahl der Zusammenziehungen 89. Gesamtlänge der Maßstriche 1,1284 Meter; also die Arbeit 2,2568 Kgmeter.

Es folgt eine Arbeitsleistung von 8 Minuten bestehend im Lesen von folgenden Zahlen (Serie I) und Wörtern.

Serie	Zahl der gelesenen Wörter	Zahl der gelesenen Silben	Zeit pro Wort in Sekunden	Zeit pro Silbe in Sekunden
I	150	272	0,459	0,253
II	420	772	0,329	0,179
III	417	782	0,332	0,177
IV	430	784	0,310	0,171
	1267 Summe exkl. I.	2338	0,324 Mittel exkl. I.	0,176

Ergographische Messung 9 Uhr. Zahl der Kontraktionen 67; Gesamtlänge 621,8 mm; Arbeit 1,2436 Kgmeter.

Pause von $^3/_4$ Stunden, hernach ergographische Messung. Zahl der Kontraktionen 54; Gesamtlänge der Maßstriche 0,3944 Meter; Arbeit 0,7888 Kgmeter.

Es folgt eine Bethätigung von $14^1/_2$ Minuten.

Serie	Zahl der gelesenen Wörter	Zahl der gelesenen Silben	Zeit pro Wort in Sekunden	Zeit pro Silbe in Sekunden
I	1233	2369	0,338	0,176
II	819	1589	0,358	0,184
III	405	759	0,342	0,182
	2457 Summe	4717	0,346 Mittel	0,181

Ergographische Messung 10.30 Uhr. Zahl der Kontraktionen 59; Länge der Maßstriche 0,6376 Meter; Arbeit 1,2752 Kgmeter.

Nach 10 Minuten Pause folgt eine neue unmittelbare Bestätigung von fast 15 Minuten mit folgendem Ergebnis.

2501 Wörter mit 4786 Silben werden nach einander ohne Unterbruch gelesen, Zeit pro Wort 0,356 Sek.; pro Silbe 0,186.

Ergographische Messung 11 Uhr. Zahl der Kontraktionen 45; Gesamtlänge 392,5 mm; Arbeit 0,785 Kgmeter.

Eine Stunde Pause; dann eine neue Messung. Zahl der Zusammenziehungen 32; Gesamtlänge der Maßstriche 191,9 mm; Arbeit 0,3838 Kgmeter.

Bezeichnen wir in der frühern Weise die Arbeitsleistung nach der nächtlichen Ruhe mit 100; dann ergeben die successiven ergographischen Messungen dieser 2 Versuchsreihen folgende Resultate:

1. Versuchsreihe.		2. Versuchsreihe.	
100 120 158 87	Zeit der Arbeit	55 89 55	Zeit der Arbeit
55	nach der Ruhe	27	nach der Ruhe.

Diese beiden Versuchsreihen stimmen dem Wesen nach völlig mit den frühern überein. Der Beginn der geistigen Bethätigung führt auch hier zunächst zu einer Erhöhung der Leistungsfähigkeit; hat diese ein gewisses Maximum erreicht, dann fällt sie wieder. Fällt sie stark, so dass während der Arbeit der Zustand der Ermüdung eintritt, d. h. eine Leistungsfähigkeit, die geringer als die anfängliche ist, dann macht sich eine starke Nachwirkung geltend. Während der Zeit der Ruhe, die nahezu doppelt so groß ist, als die Zeit der unmittelbaren geistigen Bethätigung, vermag die Versuchsperson nicht nur nicht auszuruhen, sondern ist in solch ermüdetem Zustande, dass die Leistungsfähigkeit auf die Hälfte gesunken ist. In der sich unmittelbar anreihenden neuen Versuchsreihe wiederholt sich das betonte Prinzip: Steigen und Fallen der Leistungsfähigkeit während der Arbeit, starke Nachwirkung während der Ruhe.

Neben diesem allgemeinen mit früher gewonnenen Ergebnissen sich deckenden Resultate geht ein spezielleres, das gerade für unsere Versuchsziele besonders lehrreich ist.

Während in den frühern Versuchsreihen stets nur 1200—1400 Wörter in 3—8 Serien gelesen wurden, die geistige Bethätigung also eben so oft, wenn auch nur kurz unterbrochen wurde, während also die unmittelbare Bethätigung nur $^1/_2$—$2^1/_2$ Minuten dauerte, kam in der zweiten der heutigen Versuchsreihe diese Unterbrechung auf fast 15 Minuten unmittelbarer Bethätigung nur 3 Mal vor, das eine Mal nach fast

7 Minuten, das zweite Mal nach fast 5 Minuten, das dritte Mal nach nicht ganz $2^1/_2$ Minuten. In der folgenden Reihe wurden 2500 Wörter ohne Unterbrechung gelesen. Die unmittelbare zusammenhängende Bethätigung ist also in dieser Versuchsreihe eine intensivere, also eine belastendere als früher, ein Umstand, dem es vielleicht zuzuschreiben ist, dass die zum Lesen des Wortes nötige Zeit um 7—9% verlängert ist gegenüber der vorangehenden Versuchsreihe. Dass die Belastung zweifellos eine stärkere war, zeigt das Ergebnis der Kraftzeichnungen Nur die Annahme stärkerer Belastung macht es verständlich, dass ein Ermüdungszustand eintreten konnte, der die Leistungsfähigkeit fast auf $^1/_4$ der ursprünglichen herabsetzte. Es scheinen also selbst kürzere Momente der Ruhe einen höchst wohlthätigen Einfluss auf das arbeitende Gehirn auszuüben, in ähnlicher Weise etwa, wie die Unterbrechung des Sehens in die Nähe durch wenige Momente des Einstellens der Augen auf den Fernepunkt die Leistungsfähigkeit des Auges zu erhöhen vermag. Mit anderen Worten: die kontinuierliche, wenn auch nur relativ kurz dauernde Arbeit des Gehirns führt den Zustand starker Ermüdung viel schneller herbei als die gleiche Arbeit von gleicher Dauer, die aber durch kurze Momente der Ruhe unterbrochen wird.

Versuche vom 26. August 1893.

Die Resultate ergographischer Messung während zweier Versuche am 26. August will ich tabellarisch zusammenstellen. Die geistige Bethätigung entsprach jener während der beiden ersten Versuche vom 9. Februar 1893. Mit jeder Kontraktion wurde 1 Kg gehoben.

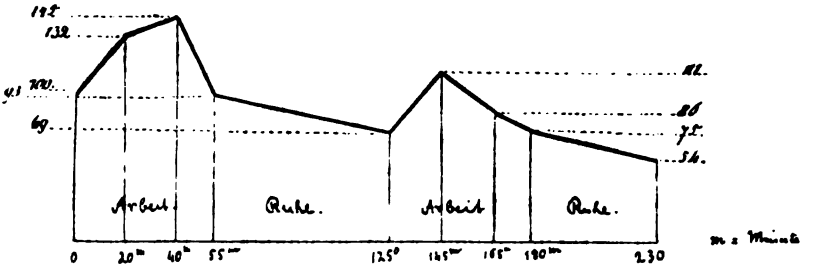
Zeit	Zahl der Zusammenziehung	Gesamtlänge der Maßstriche in Metern oder Arbeit in Kgmetern	Arbeitsleistung auf 100 bez.	
7^{15}	82	1,0452	100	Zeit der Arbeit
7^{35}	70	1,3492	129	
7^{56}	70	0,8673	83	
8^{3}	61	0,6615	63	
9^{15}	77	0,7965	76	nach der Ruhe
9^{38}	72	0,7090	68	Zeit der Arbeit
9^{55}	56	0,4980	48	
11	64	0,6718	64	nach der Ruhe.

Im 2. dieser beiden Versuche führt also die geistige Arbeit ausnahmsweise nicht zu einer Erhöhung der Leistungsfähigkeit. Es hängt das vielleicht damit zusammen, dass der Zustand der Ermüdung im Ver-

suche, der unmittelbar voranging, sehr schnell und entschieden eintrat, die geistige Arbeit also vom Organ verlangt wurde, als es bereits während längerer Zeit (ca. 2 Stunden) ermüdet war.

Der Gang der Ermüdungskurve lässt sich graphisch aus den 3 im Voranstehenden beschriebenen Doppelversuchen in folgender Weise darstellen (vergl. Fig. 10).

Fig. 10.



Sehe ich in der Gleichartigkeit des Verlaufes der Ermüdungskurven während der Arbeit den positiven Beweis für den Kausalzusammenhang zwischen Arbeit und Kurvenverlauf, so lässt sich die außerordentliche Ungleichmäßigkeit ihres Verlaufes bei mangelnder oder nicht kontrollierter Bethätigung wohl als negativer Beweis ansprechen. In gleichen Zeitabschnitten, in denen während der bisherigen Versuche die ergographischen Messungen aufeinander folgten, führte ich dieselben 5 Mal aus, ohne dass ich meine Versuchsperson irgendwie — weder geistig noch körperlich — bethätigt hätte. Sie gab sich völliger Ruhe hin, soweit davon bei einem jungen aufgeweckten Menschen, den man nicht durch Anästhetika dem Einflusse der Außenwelt entzieht, gesprochen werden kann. In keinem der 5 Fälle stimmte der Kurvenverlauf auch nur dem Prinzipe nach einmal mit einem andern überein. Einmal beobachten wir ein Fallen, Steigen, Fallen; ein 2. Mal Steigen, Steigen, Steigen; ein 3. Mal Fallen, Steigen, Steigen; ein 4. Mal Fallen, Fallen; ein 5. Mal Fallen, Fallen, Steigen.

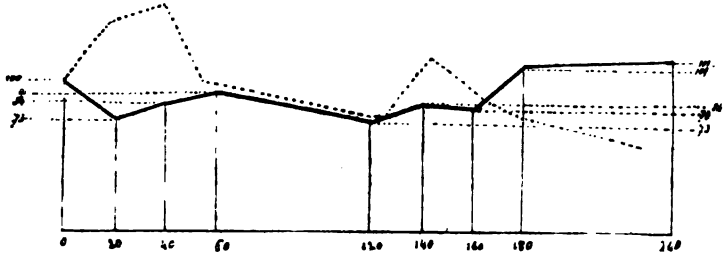
Konstruiere ich aus den Ergebnissen von 4 Versuchen, von denen je zwei mit Unterbruch von einer Stunde unmittelbar aufeinander folgten, den Kurvenverlauf in ähnlicher Weise, wie ich den Kurvenverlauf der Ermüdungskurve für die Arbeit graphisch zur Darstellung brachte, dann ergibt sich folgendes Bild. (Die punktierte Linie deutet den Verlauf der Ermüdungskurve während der Arbeit an.) [Vergl. Fig. 11].

Versuche vom 17. Aug. und 12. September 1893.

Die Versuchsreihen, in denen meine Versuchsperson lateinische Sätze zu lesen hatte, — E. J. hat seinen Lateinunterricht zu Ostern 1892 begonnen — sollten darüber Aufklärung geben, ob es auf ergographischem Wege möglich ist, nicht bloß quantitative Unterschiede der

Belastung durch eine bestimmte geistige Arbeit, sondern auch qualitative zu kontrollieren. Der psychische Vorgang, der sich abspielte, war wohl seinem Wesen nach der gleiche, wie wenn deutsche Sätze gelesen wurden: Erkennen und Wiedergeben von Wörtern. Da Wörter einer fremden Sprache an diesen Versuchen vom 17. August und 12. September gelesen wurden, deren erste Elemente nur dem Schüler vertraut sind, ist zweifellos der psychische Vorgang qualitativ vom frühern etwas verschieden. Denn wir beobachten ja selbstverständlich, dass wenn auch die zu den rasch sich folgenden psychischen Akten gebotene Gesamtzeit — ca. 20 m — hier die gleiche war, wie früher, die Vorgänge in geringerer Zahl sich abspielen als früher, mit andern Worten: Die Zeit zum Erkennen und Wiedergeben eines Wortes bezw. einer Silbe ist jetzt eine längere denn früher.

Fig. 11.



Aus den oben angegebenen Tabellen berechnen wir die Zeit, die für Erkennen und Wiedergeben eines deutschen Wortes bei schnellen, zusammenhängenden Lesen nötig ist, zu 0,328 Sekunden, für die Silbe 0,172 Sekunden. Für ein lateinisches Wort war durchschnittlich eine Zeit von 0,507 Sekunden, für eine Silbe 0,224 Sekunden nötig. Der gleiche psychische Vorgang erscheint also für das Wort um 54%, für die Silbe um 30% verzögert. Diese zeitliche Differenz dürfte wesentlich 2 Umständen zuzuschreiben sein. Wenn wir im ganzen psychischen Vorgange des Lesens nur 3 Phasen unterscheiden, indem wir 1 u. 2 und 4 u. 5 der Wundt'schen Analyse je als einen einzigen Vorgang in dem Sinne auffassen, dass die Phase 2 das Ende der Phase 1, die Phase 4 der Beginn der Phase 5 ist, dann dürfen wir wohl sagen: Die zeitlichen Differenzen haben ihre Ursache nicht in den Differenzen dieser beiden Phasen gegenüber den gleichen Phasen beim Lesen deutscher Wörter. Der Unterschied wird vor allem auf die ungleiche Dauer der Apperzeption zurückzuführen sein, da naturgemäß die zeitliche Dauer der Apperzeption um so mehr verlängert sein wird, je unbekannter, fremder das zu apperzipierende ist.

So sehen wir, dass auch das lateinische Wort erheblich schneller, als das obige Mittel es angibt, erfasst und gesprochen wird, wenn es dem Schüler besonders bekannt ist. Lassen wir Sätze lesen, die der Schüler früher schon gelesen hat, dann sinkt die Dauer für das

Lesen des Wortes fast genau auf das aus den beiden oben angegebenen Werten für das Lesen des deutschen und lateinischen Wortes Mittel, nämlich auf 0,454 Sek. pro Wort und 0,193 Sek. pro Silbe. Anderseits steigt durch das Lesen von Wörtern in einem ihm fremden Lesestück die Lesezeit erheblich, nämlich pro Wort auf 0,561 Sek.: pro Silbe auf 0,254 Sek.

Die größere Zeit, die die Apperzeption beansprucht, ruft auch indirekt einer Verlängerung des psychischen Vorganges. Wir haben früher gesagt, dass die Zeit, die wir für Erkennen und Wiedergeben eines Wortes bezw. einer Silbe bestimmten, kleiner sei als die Zeit, in der für ein Einzelwort oder eine Einzelsilbe die fünf, bezw. 3 psychischen Phasen sich abspielen würden. Denn beim Lesen aneinandergereihter zu Sätzen vereinter Wörter decken sich ungleiche Phasen rasch aufeinander folgender psychischer Vorgänge. Wir machen also in gleicher Weise einen Fehler, wie wenn wir eine Strecke in der Weise messen würden, dass wir den Anfang unserer Maßeinheit vor das Ende der vorangegangenen setzten.

Beim Lesen lateinischer Wörter, die zu Sätzen vereint sind, wird dieses Decken sich folgender Phasen weniger eintreten. Die Aufmerksamkeit, die sich den fremden Wörtern zuwendet, ist in höherem Maße an das Einzelwort gebunden, als wenn es sich um Wortbilder handelt, die dem Schüler völlig vertraut sind.

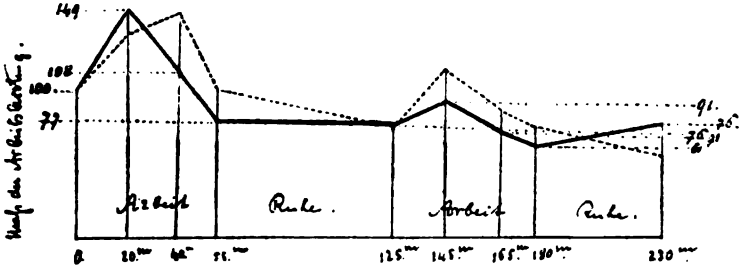
Ich versuchte in einer kürzlichen Versuchsreihe näherungsweise diesen mutmaßlichen Deckungswert der psychischen Vorgänge zu bestimmen. Infolge vermehrter Uebung des Schülers war das Mittel für das Lesen des lateinischen Wortes auf 0,469 Sekunden gesunken. Zwischen dem Lesen des Abschnittes von vorn nach hinten und von hinten nach vorn ergibt sich eine nicht unbedeutende Zeitdifferenz. Beim Vorwärtslesen kam auf das Wort eine Zeit von 0,425 Sek., beim Rückwärtslesen dagegen 0,512 Sek. Diese Verzögerung von 20% ist wohl ausschließlich darauf zurückzuführen, dass beim Rückwärtslesen die Wörter mehr als Einzelwörter gelesen werden als beim Vorwärtslesen. Die 20% stellen also — ich will nicht sagen den vollen aber doch wohl näherungsweise den ganzen Deckungswert der sich folgenden psychischen Prozesse dar. Wenn also unser Schüler die lateinischen Wörter in einem ihm fremden Lesestück liest, dann werden wir 20% der Lesezeit für ein Wort auf die stärkere Gliederung der sich folgenden psychischen Prozesse, ich möchte sagen auf die Isolierung der Wörter durch die auf das Einzelwort gerichtete Aufmerksamkeit zurückführen müssen. Der Ueberschuss über das Mittel der Lesezeit für ein deutsches Wort ist alsdann als Verlängerung der Apperzeptionszeit aufzufassen.

Das Mittel 0,561 Sek., das wir oben als Lesezeit für das dem Schüler in ungewohnter Verbindung erscheinende oder fremde Wort

angaben, wird also zu 0,447, wenn wir die Möglichkeit der teilweisen Deckung der beim Lesen rasch sich folgenden psychischen Vorgänge annehmen und es würde somit die Verzögerung von 30% gegenüber dem Lesen des deutschen Wortes die verlängerte Apperzeptionsdauer (0,119 Sek.) sein.

Die ergographischen Messungen lassen nun nach den mir vorliegenden Versuchsergebnissen zu schließen, einen Einblick in diese qualitative Verschiedenheit der psychischen Vorgänge der frühern und der jetzigen Versuchsreihen gewinnen (vergl. Fig. 12).

Fig. 12



Die ausgezogene Kurve ist die Ermüdungskurve beim Lesen lateinischer, die punktierte die Ermüdungskurve beim Lesen deutscher Wörter.

Wohl ist der Typus des Verlaufes der Ermüdungskurve im allgemeinen der der früher gezeichneten Ermüdungskurve. Wir sehen dass auch hier die Thätigkeit vor der Pause einer stärkern, nach der Pause einer geringern Vermehrung der Arbeitsleistung ruft. Die Differenz des Kurvenverlaufes, also das, was ich geneigt bin als Ausdruck der qualitativen Verschiedenheit beider Serien psychischer Vorgänge aufzufassen, besteht darin, dass die Kurve rasch auf geringerer Höhe bleibt, d. h. also die längere Dauer der 3. Phase der psychischen Vorgänge, der Apperzeption, wird von einer stärkeren Ermüdung begleitet.

Auch in diesen Versuchen vermag eine einstündige Pause den Zustand der ursprünglichen Leistungsfähigkeit nicht wieder herzustellen.

In zwei spätern Versuchsreihen lenkte ich meine Aufmerksamkeit auf ein ganz anderes Gebiet der Schulthätigkeit, auf das Singen. Der seelische Vorgang, der sich während des Singens eines Liedes abspielt, besteht wieder wie in den frühern Versuchen aus einer schnell sich folgenden Wiederholung analoger psychischer Vorgänge. Jeder einzelne von diesen ist aber offenbar komplizierterer Art als das Erkennen und Wiedergeben eines Wortes, als das Lesen eines Wortes. Denn er besteht einmal in diesem Vorgang, mit dem das Lesen eines musikalischen Schriftzeichens, einer Note verknüpft ist. Während zudem in den frühern Versuchen das schnelle Lesen ein Nachdenken über das Gelesene ausschloss, konnte dieses beim Singen des Liedes zum Rechte kommen.

Es ließ sich daher erwarten, dass das Singen von Liedern, also das Lesen von Sätzen in bestimmtem Rythmus und in bestimmter Tonlage eine ungleich stärkere Belastung sein würde als das bisherige Lesen. —

Die beiden sich aneinander anreihenden Versuche stimmen zwar in dem Verlaufe der Ermüdungskurve nicht genau mit einander überein. Während der ersten Versuchsreihe führt die Thätigkeit unmittelbar in den Zustand der Ermüdung über, d. h. alle spätern ergographischen Messungen ergeben eine successive Abnahme der Leistungsfähigkeit gegenüber der ursprünglichen, in der zweiten trat während der sehr verminderten Leistungsfähigkeit einmal ein Zustand der Erregung ein. Darin aber decken sich beide Versuchsreihen in überraschendster Weise, dass eine starke Verminderung der Leistungsfähigkeit die Thätigkeit des Singens begleitet; eine so bedeutende Verminderung, dass nach längerer Zeit fast ein Zustand der Erschöpfung eintritt.

Versuche vom 28. August 1893.

Morgens um 7 Uhr zeichnete E. J. seine Ermüdungskurve. In früher angegebener Weise wird durch die Zusammenziehung der Beuger des Mittelfingers 1 Kg gehoben. In jeder Sekunde erfolgt nach dem Glockenschlag des Metronoms eine Zusammenziehung. Die Zahl der Kontraktion, die die Flexoren des Mittelfingers bis zu ihrer Erschöpfung auszuführen vermögen, beträgt 62, die Gesamtlänge der Maßstriche 0,8216 mm. Es ist also die geleistete Arbeit 0,8216 Kgmeter.

E. J. singt nun während 20 m folgende Lieder: „Das Wandern" von Schubert. — „Der Postillon" von Lindblad. — „Morgenwanderung" von Klauer. — (Nr. 11, 18 und 147 in Weber, Gesangbuch für Sekundarschulen.)

$7.^{30}$ erfolgt eine ergographische Messung. Die Leistungsfähigkeit ist um 23% gesunken. Die Zahl der Zusammenziehung ist zwar etwas vermehrt (76); dennoch ist die Gesamtlänge der Maßstriche auf 634,5 mm gesunken.

Wieder singt E. J.; $7.^{48}$ Uhr zeichnet er die 3. Ermüdungskurve. Die Leistungsfähigkeit ist erheblich vermindert, gegenüber der vorigen um 39%, gegenüber der ursprünglichen um 53%. Die Zahl der Zusammenziehungen beträgt noch 56, die Gesamtlänge der Maßstriche 0,3864 m, also die geleistete Arbeit 0,3864 Kgmeter.

Die 4. ergographische Messung ergibt eine Verminderung der Arbeitsleistung von 59%.

Nach $1^1/_2$stündiger Pause wird von E. J. die Ermüdungskurve wieder gezeichnet. Die Leistungsfähigkeit hat wieder zugenommen. Die Kontraktionen sind kräftiger, wenn auch nicht zahlreicher, so dass die Gesamtlänge der Maßstriche 0,4461 m beträgt, die geleistete Arbeit

also 0,4461 Kgmeter. So ist also die Leistungsfähigkeit noch um 50% geringer als zu Anfang der Versuche.

In analoger Weise wie in der beschriebenen Versuchsreihe singt E. J. während je 15—20 m. Die ergographischen Messungen ergeben folgende Resultate.

Ergographische Messung 9.45 Uhr. Zahl der Zusammenziehungen 59, Gesamtlänge der Maßstriche 0,4927 m, Arbeit 0,4927 Kgmeter. Verminderung gegenüber der ursprünglichen Leistungsfähigkeit 40%.

Ergographische Messung 10 Uhr. Zahl der Kontraktionen 61, Gesamtlänge der Maßstriche 646,5 mm, geleistete Arbeit 0,6465 Kgm., Verminderung der ursprünglichen Leistungsfähigkeit 21%.

Damit hat der Verlauf der Ermüdungskurve das Erregungsmaximum erreicht, dem nun eine starke Verminderung der Leistungsfähigkeit folgt.

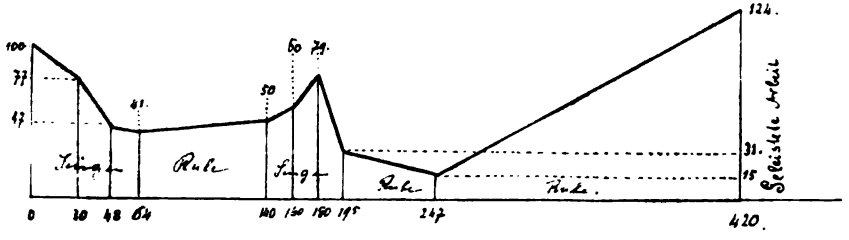
Ergographische Messung 10.15 Uhr. Zahl der Zusammenziehungen 57, Gesamtlänge der Maßstriche 0,251 m, Arbeit 0,251 Kgmeter, Verminderung der ursprünglichen Leistungsfähigkeit 69%.

Nach einer Pause von 52 Minuten zeichnet E. J. eine neue Ermüdungskurve. Das Resultat ist außerordentlich überraschend; denn die lange Pause bringt keine Erholung, sondern sie zeigt in frappierender Weise die Nachwirkung der Ermüdung. Zahl der Kontraktionen 36, Gesamtlänge der Maßstriche 0,1239 m, Arbeit 0,1239 Kgmeter, Verminderung der ursprünglichen Leistungsfähigkeit 85%.

3 Stunden später ($1^1/_2$ Stunden nach dem Mittagessen) ist die völlige Erholung zu konstatieren. Die ergographische Messung ergibt gegenüber der ursprünglichen Leistungsfähigkeit eine Zunahme von 24 Prozent.

Der Verlauf der Ermüdungskurve hat also während des Singens folgendes Aussehen (vergl. Fig. 13).

Fig. 13.



Versuche vom 16. August und 7. September 1893.

In pädagogischen Kreisen wird die Stellung, welche dem Turnunterrichte im Lektionsplane zukommen soll, oft diskutiert. Man bringt dabei das Turnen als Bethätigung des „Körpers" in einen Gegensatz zu den übrigen Schulfächern, der Bethätigung „des Geistes". Aus dem Voranstehenden ersehen wir, dass die Ermüdung, welche eine

Folge der Hirnthätigkeit ist, ihren Einfluss auf die Leistungsfähigkeit der Muskeln hat, so dass wir jene geradezu durch die Leistungsfähigkeit der Muskeln bestimmen. Da also die Ermüdung nicht eine lokalisierte Erscheinung ist, je beschränkt auf das in Anspruch genommene Organ, so darf man auch nicht die Turnstunde kurzhin als die Erholungsstunde nach „geistiger Arbeit" bezeichnen. Es wird vielmehr Sache des Experimentes sein zu bestimmen, ob überhaupt einmal das Turnen eine vorangegangene Ermüdung durch Gehirnthätigkeit zu paralysieren vermag, ob also für den durch „geistige Arbeit" ermüdeten Schüler diese „körperliche Arbeit" eine Spezialform des Ausruhens bedeutet.

So lag es für mich nahe, an meiner Versuchsperson auch den Einfluss des Turnens auf die Ermüdung ergographisch zu bestimmen. Die turnerische Bethätigung, die je während 20 m anhielt — allerdings von kleinen Pausen behufs Erläuterung einer Uebung gelegentlich unterbrochen — bestand in Bewegungen des Rumpfes und der untern Gliedmaßen. Eine besondere Bestätigung der obern Gliedmaßen (wie z. B. Armstoßen etc.) fand nicht statt. Wenn wir auch zweifellos annehmen müssen, dass die Ermüdung die Beschaffenheit des Blutes ändert, und dass sie eben aus diesem Grunde zu einer Allgemeinerscheinung wird, so ist damit nicht absolute ausgeschlossen, dass sie in untergeordnetem Grade auch eine lokalisierte Erscheinung sein kann. Dadurch, dass ich die besondere Bethätigung der obern Gliedmaßen ausschloss, wollte ich dem Einwand begegnen, als sei die Arbeitsleistuug der Beuger des Zeigefingers eben durch die Thätigkeit der obern Gliedmaßen und nicht durch die Thätigkeit der übrigen Organe beeinflusst. So wurden Kniewippen, Kniebeuge, Gehen an Ort, Spreizen, Rumpfbeuge in mannigfaltiger Weise mit einander kombiniert.

MAY 24 1911 LIBRARY

Der Gang der Ermüdungskurve während zweier Versuchsreihen kommt in folgenden Zahlen, welche die Arbeitsleistung bei jeder ergographischen Messung — die erste = 100 gesetzt — bedeuten, zum Ausdruck.

I. Versuchsreihe, 16. August 1893.		II. Versuchsreihe, 7. September 1893.
100	Während der Arbeit	100
105		92
69		82
58		64
	Pause von 1 Stunde.	
89	Während der Arbeit	80
61		
54		

An den 2. Teil der ersten Versuchsreihe schloss sich nun unmittelbar die „geistige Arbeit“ bestehend in schnellem Lesen deutscher Wörter an.

Die erste Serie dieser geistigen Bestätigung ergibt folgendes Resultat.

Serie	Zahl der gelesenen Wörter	Zahl der gelesenen Silben	Zeit pro Wort in Sekunden	Zeit pro Silbe in Sekunden
I	108	206	0,352	0,184
II	230	395	0,343	0,202
III	216	402	0,361	0,194
IV	105	209	0,419	0,211
V	216	428	0,386	0,192
VI	204	391	0,377	0,196
VII	205	414	0,413	0,204
VIII	102	194	0,372	0,195
	1386	2639	0,378	0,197
	Summe		Mittel	

Die Zeitwerte pro Wort und pro Silbe sind um 15% bezw. 14% größer als die früher bestimmten Mittelwerte für das Lesen eines deutschen Wortes. In keiner der 8 Serien wird dieser Mittelwert — 0,328 für das Wort und 0,177 für die Silbe erreicht. Doch auch im Vergleich zu den Zeiten, in denen die gleichen Wörter in einem frühern Versuche gelesen wurden, zeigt sich heute eine Verzögerung um 8% bezw. um 7%.

Diese Verzögerung gegenüber frühern Beobachtungen ist zweifellos auf die durch das vorangegangene Turnen erzielte Ermüdung zurückzuführen.

Die Ermüdungskurve, welche E. J. am Ende seiner turnerischen Uebungen zeichnete, gestaltet sich in folgender Weise: Bis zur Leistungsunfähigkeit der Flexoren des Mittelfingers können 55 Kontraktionen ausgelöst werden. Die Maßstriche haben eine Gesamtlänge von 301,6 mm. Mit jeder Kontraktion wurde 1 Kilo gehoben; die geleistete Arbeit ist demnach 0,3016 Kgmeter. Das Lesen erhöht nun, wie wir das von früher als typisch kennen lernten, die Leistungsfähigkeit, indem es einen Zustand der Erregung herbeiführt. Die Zahl der Zusammenziehungen erscheint um ein geringes vermehrt. Die Arbeit ist auf 0,3973 Kgmeter gestiegen.

Ich lasse in 3 Serien 1257 Wörter mit 2327 Silben lesen. Die Zeit, welche pro Wort nötig ist, beträgt 0,372 Sek., pro Silbe 0,200 Sek. Auch in dieser Serie ist die zum Lesen nötige Zeit, wie nach dem Vorangehenden übrigens nicht anders zu erwarten war, verlängert

und zwar im Vergleich zum Mittel um 13% für das Wort, um 16% für die Silbe. Auch im Vergleich zur Zeit, die in früherem Versuche für die gleichen Wörter nötig war, zeigt sich eine Verlängerung um 10% bezw 9%.

Die Ermüdungskurve, welche E. J. hernach zeichnete, deutet noch den Zustand der Erregung an. Die geleistete Arbeit ist wieder um ein geringes vermehrt.

Die 3. Seriengruppe, welche nun zum Lesen kommt, hat folgende Ergebnisse:

Serie	Zahl der gelesenen Wörter	Zahl der gelesenen Silben	Zeit pro Wort in Sekunden	Zeit pro Silbe in Sekunden
I	311	638	0,405	0,198
II	319	608	0,392	0,206
III	424	793	0,401	0,214
IV	310	616	0,400	0,201
	1364 (Summe)	3655	0,400 (Mittel)	0,204

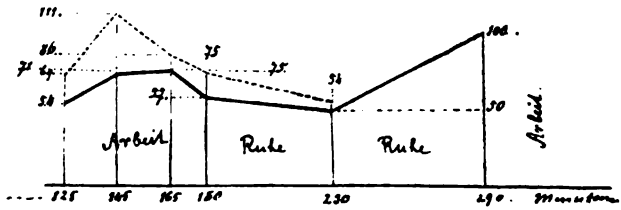
Wieder zeigt sich also die Verlangsamung des psychischen Vorgangs und zwar dem Mittel gegenüber um 22% für das Wort und 18% für die Silbe oder im Vergleich zum Mittel, das wir früher für die gleichen Wörter bestimmten um 12%, bezw. um 10%.

Die Kurve, die nun gezeichnet wird, zeigt, dass die Abspannung eingetreten ist. Die Leistungsfähigkeit ist auf 0,3219 Kgmeter gesunken.

Während der nachfolgenden einstündigen Pause zeigt sich eine sehr bedeutende Nachwirkung der vorangegangenen Thätigkeit. Nach Ablauf dieser Stunde ist die Leistungsfähigkeit auf 0,2808 Kgmeter gesunken und es bedarf einer weitern Stunde völliger Ruhe um den Zustand der Leistungsfähigkeit zu erzielen, der vor den Turnübungen nachgewiesen wurde.

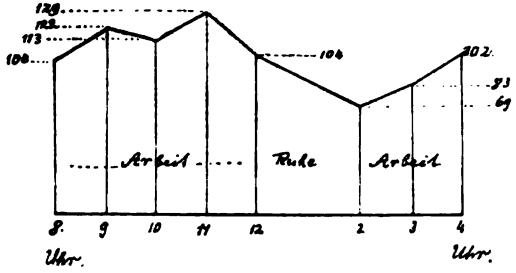
In welch bedeutendem Maße in unserem Falle die „geistige Arbeit“ durch die vorangegangene „körperliche“ beeinträchtigt wurde, zeigt die nachfolgende graphische Darstellung (vergl. Fig. 14).

Fig. 14.



Die punktierte Kurve bezeichnet den Verlauf der Ermüdungskurve beim Lesen nach vorangegangenem Lesen deutscher Wörter, die ausgezogene nach vorausgegangenem Turnen.

Fig. 15.



Ich füge zum Schlusse dieser ersten vorläufigen Mitteilung meiner pädagogisch-psychometrischen Studien eine Kurve an, die ich aus den stündlichen ergographischen Messungen während 4 Schultagen berechnete. Der Leser wird selbst gewisse Analogien zwischen dem Verlaufe früher gezeichneter Ermüdungskurven während geistiger Arbeit und dem Verlaufe der Ermüdungskurve während der Schulthätigkeit (vergl. Fig. 15) herausfinden. In einer spätern Mitteilung wird sich Gelegenheit bieten eingehender auf diese Ergebnisse meiner ergographischen Untersuchungen einzutreten.

Die Entstehung und Ausbildung des Arbeiterstandes bei den Ameisen.

Von Prof. **C. Emery** in Bologna.

In einer kürzlich erschienenen Schrift[1]) beschäftigt sich Weismann viel mit einem Gegenstand, welcher mich als Spezialkenner der Ameisen-Morphologie in besonderer Weise interessiert. Die Entwicklung der mannichfachen Formen der sterilen Arbeiter geselliger Insekten war eben, was mich sofort beim Lesen der ersten Schriften Weismann's über Vererbungsfragen, auf seine Seite im Streit gegen den Lamarckismus führte. — Die Wichtigkeit des Gegenstandes wird eine etwas ausführliche Behandlung desselben rechtfertigen: ich will hier versuchen, soweit wie möglich zu ermitteln, worauf der Prozess der Arbeiterbildung, sowohl ontogenetisch wie phylogenetisch beruht.

Durch vielfach bestätigte Beobachtungen wissen wir, dass alle weiblichen, d. h. befruchteten Eier der Bienenkönigin denselben morphologischen Wert haben, nämlich, dass jedes derselben die Fähigkeit besitzt sich zu einer Arbeiterin oder zu einer Königin zu entwickeln. Der Gang der Entwicklung hängt von den Verhältnissen ab, welchen

1) Die Allmacht der Naturzüchtung. Eine Erwiderung an Herbert Spencer, Jena 1893.

die Larve unterworfen wird: von Wohnraum und Nahrung. Vor Kurzem hat Grassi für die Termiten ähnliche Verhältnisse klargelegt, und zwar ist es ihm gelungen zu beweisen, dass es die Termiten in ihrer Macht haben, die Zahlenverhältnisse der Arbeiter und Soldaten zu regulieren und letztere je nach Bedürfnis zu züchten, ebenso wie sie die Geschlechtsreife anderer Individuen durch eine entsprechende Nahrung zur Erzeugung von Ersatzgeschlechtstieren beschleunigen können. — Es liegt also nahe zu vermuten, dass die Arbeiter aller gesellig lebender Insekten auf ähnliche Weise aus Keimen, welche im Stande wären normale Geschlechtstiere hervorzubringen gezüchtet werden.

Der Weibchendimorphismus der Bienen ist also vom Di- oder Polymorphismus der Weibchen gewisser Schmetterlinge grundverschieden. Ist dieser im Keim bestimmt, also blastogen, so muss jener als erworbener, d. h. als somatogener betrachtet werden. Bei den Termiten betrifft ein ähnlicher Nahrungs-Polymorphismus beide Geschlechter, indem bekanntlich sowohl Männchen als Weibchen zu Arbeitern und zu Soldaten gezüchtet werden können. Bei den Ameisen erreicht der Nahrungspolymorphismus der Weibchen einen hohen Grad bei solchen Arten, welche kleine und große Arbeiter, resp. Arbeiter und Soldaten haben und bei solchen, welche zwar nur eine Sorte von Arbeitern haben, die aber von den manchmal tausendfach größeren Weibchen sehr verschieden aussieht.

Der Polymorphismus der Ameisen bietet mit dem der Termiten nicht zu verkennende Aehnlichkeiten, welche mehrfach auf Konvergenz beruhen. Alles ist aber dabei nicht auf Anpassung zu beziehen, sondern es dürfte Manches seinen Grund in allgemeinen Wachstumsgesetzen des Insektenorganismus haben. — Bei den meisten Poneriden unter den Ameisen sind die Arbeiterinnen von den Weibchen nur wenig verschieden; nun habe ich von mehreren Arten (*Odontomachus haematodes* und *chelifer*, *Pachycondyla villosa*) Exemplare beschrieben, welche als Uebergangsformen zwischen Arbeiterinnen und Weibchen betrachtet werden müssen, was besonders an der Ausbildung des Hinterleibes zu erkennen war; der Thorax war wie sonst bei Arbeiterinnen gebildet, der Kopf aber bedeutend kleiner und besonders schmaler als der einer normalen Arbeiterin derselben Species. Aehnliches habe ich auch an flügellosen Weibchenformen anderer Ameisen bemerkt. Gleicherweise ist der Kopf der normalen geflügelten Weibchen solcher Ameisen, welche zweierlei Arbeiterinnen haben, fast immer minder entwickelt als der der großen Arbeiterinnen (*Camponotus*, *Pheidologeton*, *Pheidole* etc.); nur selten (einige *Colobopsis* und *Cryptocerus*) kommt der Kopf der Weibchen dem der größten Arbeiterinnen in Maß und Gestalt gleich. — Hiemit verbinde ich die von Grassi festgestellte Thatsache, dass die sich zu Arbeitern und Soldaten differenzierenden Termiten-Larven vor

Allem an der Größe ihres Kopfes erkennbar sind, welche bedeutender ist als die der Köpfe indifferent gebliebener oder sich zu Geschlechtstieren entwickelnder Individuen. — Es scheint also der Verkümmerungsprozess der Geschlechtsdrüsenanlagen in gewisser Beziehung zur stärkeren Ausbildung des Kopfes zu stehen. Ob dieses Wachstumsgesetz eine erst bei Ameisen und Termiten phyletisch entstandene Eigenschaft ist oder auf allgemeineren Bildungsgesetzen des Insektenleibes beruht, mag bis auf weiteres unentschieden bleiben. Es ist aber interessant, dass sich diese Eigenschaft bereits bei den Poneriden geltend macht, d. h. in jener Gruppe, die wir aus morphologischen Gründen einigermaßen als den Stamm der Ameisen betrachten dürfen und trotzdem in dieser Gruppe ein auffallender Polymorphismus des Arbeiterstandes nicht, oder nur bei vereinzelten Gattungen auftritt (mir ist nur der Fall von *Proceratium* bekannt). Der Arbeiterpolymorphismus kommt dagegen in allen anderen Gruppen in vielen Gattungen vor: so bei den meisten Doryliden[1]) und Camponotiden, bei vielen Myrmiciden und unter den Dolichoderiden bei *Azteca*. Der Polymorphismus der Arbeiter ist unter den Ameisen gewiss polyphyletisch entstanden, und dieses scheint wohl darauf zu deuten, dass ihm ein allgemeineres Gesetz der Körperentwicklung zu grunde liegt.

Wo große und kleine Arbeiterinnen vorkommen, sind zweifelsohne die ersteren als primitiv anzusehen oder als solche die sich vom primitiven Zustand am wenigsten entfernt haben. Die kleinen sind durch sekundäre Verkümmerung der großen entstanden. Hauptgrund zu dieser Annahme ist, dass die großen Arbeiterinnen oder Soldaten den Weibchen ähnlicher sind als die kleinen und sich in dieser Beziehung ungefähr so verhalten wie die Weibchen ähnlichen Arbeiterinnen der Poneriden und vieler Myrmiciden. Denn ist die Arbeiterbildung phyletisch als eine von fruchtbaren Weibchen ausgehende Differenzierung zu betrachten, so müssen die den Weibchen unähnlichsten Formen als die jüngeren gelten.

Demnach lassen sich die verschiedenen Verhältnisse der Ameisen-Arbeiterinnen folgenderweise einteilen:

I. Ameisen mit nur großen Arbeiterinnen: primitiver Zustand (fast alle Poneriden, viele Myrmiciden, manche Dolichoderiden und Camponotiden).

II. Ameisen mit großen und kleinen Arbeiterinnen (Di- resp. Polymorphismus des Arbeiterstandes) und zwar:

a. gehen die extremen Formen durch Zwischenstufen in einander über (viele Myrmiciden, die meisten Camponotiden, *Azteca* unter den Dolichoderiden);

1) Ob die Doryliden, wie Forel annimmt, von Poneriden abstammen, und welche Beziehungen zwischen diesen zwei Gruppen bestehen, behalte ich mir vor an anderem Ort zu diskutieren.

b. bilden die großen und kleinen Arbeiterinnen getrennte Kasten ohne Uebergänge: Soldaten und Arbeiter (*Pheidole*, *Acanthomyrmex*, einige *Camponotus*, darunter die meisten Arten der Untergattung *Colobopsis*).

III. Ameisen mit nur kleinen Arbeiterinnen, welche von den Weibchen sehr verschieden sind. Werden abgeleitet von dimorphen Arten, in Folge von Schwund der großen Arbeiterinnen. Hierher gehören nur wenige Gattungen wie *Solenopsis*, *Carebara* und wohl auch *Monomorium*. Bei manchen Arten sind Spuren eines Dimorphismus erkennbar, welcher bei gewissen Arten, wie *S. geminata*, *S. nigella*, *M. destructor* und einer neuen Art, die ich *M. dispar* nenne, stärker ausgeprägt ist, und an den sehr auffallenden Dimorphismus der mit *Solenopsis* nahe verwandten Gattungen *Pheidologeton* und *Aëromyrma* erinnert.

IV. Ameisen mit einer einzigen Sorte von Arbeiterinnen, welche viel kleiner sind als die Weibchen, aber nicht aus dimorphen Formen entsprungen sind, sondern in Folge von Volumszunahme der Weibchen relativ kleiner geworden, obschon sie den großen Arbeiterinnen anderer Arten gleichwertig sind. Manchmal sind die Arbeiterinnen in ihrer Größe ungleich, also in geringem Grad dimorph. — Dieser Zustand ist in verschiedenen Gattungen polyphyletisch entstanden und besteht oft nicht bei allen Arten [*Iridomyrmex*, *Dorymyrmex*, viele *Lasius*, die meisten *Crematogaster*[1])]. Die klein gebliebenen Männchen weisen auf die bei einigen Arten bestehende primitive Kleinheit der Weibchen. Bei *Liometopum*, welches wohl auch hierher gehört, sind die Männchen ziemlich groß; ebenso bei *Tetramorium caespitum*, welche letztere Art einer Gattung angehört, wo die meisten Weibchen nur wenig größer sind als die betreffenden Arbeiterinnen.

Eine an diese Formenreihe sich anknüpfende Gruppe dürften die Doryliden bilden, bei welchen (nach *Dorylus* zu urteilen) riesig große, flügellose, aber von den Arbeiterinnen sehr verschieden gebaute Weibchen existieren, dabei eigentümliche kolossale Männchen und oft auffallender Polymorphismus der Arbeiterinnen. Die ganze Lebensgeschichte sowie die Phylogenie dieser Tiere sind aber noch zu sehr in dunkel gehüllt um hier behandelt zu werden. Auch von anderen Ameisen, die keine geflügelten Weibchen haben, sehe ich hier ganz ab.

V. Schwund des Arbeiterstandes, in Folge von Parasitismus (vollzogen bei *Anergates* und wohl auch bei *Epoecus*, angebahnt bei *Strongylognathus*). Bei *Tomognathus* scheint es keine normale Weibchen zu geben, sondern nur parthenogenetische Arbeiterartige.

---

1) Es hat zwar André eine dimorphe Art von *Crematogaster* beschrieben und bei vielen Arten unterliegt die Größe der Arbeiterinnen erheblichen Schwankungen. Trotzdem scheint mir eine Ableitung dieser Gattung von einer dimorphen Urform nicht wahrscheinlich.

Stellen wir uns die Phylogenie des Arbeiterstandes der Ameisen in der Form, wie sie soeben skizziert wurde, vor, so bleibt noch zu ermitteln, auf welchem Wege, durch welchen intimen Mechanismus diese Entwicklung stattfand. Leider wissen wir über den Ursprung der Ameisen gar nichts; wir wissen nicht, aus welcher Art des Einzellebens das Gesellschaftsleben dieser Insekten sich entwickelte. Wir müssen also von einem Zustand ausgehen, wo die Gesellschaft bereits organisiert und ein wenig zahlreicher Arbeiterstand neben der fruchtbaren Mutter thätig war, d. h. von einer einfachen Gesellschaft, wie wir sie bei vielen Poneriden und Myrmiciden finden. Eine solche Gesellschaft besitzt bereits die Kunst sterile Weibchen zu züchten, was kaum anders geschehen dürfte als durch den Einfluss einer besonderen Nahrung; ist dem wirklich so, dann beruht die Arbeiterbildung auf einer besonderen Reaktionsfähigkeit des Keimplasmas, welches auf die Einführung oder auf den Mangel gewisser Nährstoffe durch raschere Ausbildung gewisser Körperteile und Zurückbleiben anderer in ihrer Entwicklung antwortet. Arbeiternahrung muss die Kiefer- und Gehirnentwicklung gegen die der Flügel und der Geschlechtsorgane bevorzugen, Königinennahrung umgekehrt. Dabei bestehen wohl auch quantitative Unterschiede (und diese sind wohl die älteren), in Folge deren die Arbeiterinnen kleiner bleiben als die Weibchen.

Aus diesem Zustand lässt sich der Polymorphismus der Arbeiterinnen, wie er z. B. bei *Pheidologeton* und bei vielen *Camponotus* vorkommt dadurch ableiten, dass in Folge von Ausbildung des Instinktes der Arbeiterzüchtung, oder der Reaktionsfähigkeit des Keimplasmas, oder beider zugleich, die Form-Unterschiede zwischen fruchtbaren und sterilen Weibchen und die Großköpfigkeit der letzteren bedeutend zunahmen. Dieser stand in Verbindung mit besonderen Lebensgewohnheiten, welche große Kraft der Mandibeln verlangten, wie Bohren in Holz, Nagen an harten Samen u. dergl. Aber zugleich mit dieser Spezialisierung der Großköpfer entstand das Bedürfnis minder differenzierte, wenn auch minder starke Bürger zu erzeugen, und diese wurden sehr wahrscheinlich einfach in Folge von Sparsamkeit in der Nahrung, also durch Hunger klein gehalten. Ihre Entstehung und Differenzierung von den großen beruhte wiederum auf einer besonderen Eigenschaft des Keimplasmas, nämlich darauf, dass die mangelhaft ernährten Larven nicht verhungerten, sondern klein blieben und sich klein verpuppten, wobei nicht alle Organe durch den Nahrungsmangel gleich beeinflusst wurden.

In der kleinen Formengruppe des *Aphaenogaster* (*Messor*) *barbarus* L., welche in Nord-Afrika in zahllosen Varietäten vorkommt, können wir diesen Entwicklungsgang in vielen Stufen verfolgen. Nach Forel's schönen Beobachtungen sind bei der Subspecies *striaticeps* die stärksten Großköpfer kleiner, die kleinsten Arbeiterinnen nicht so klein wie bei

den anderen Formen der Art wie z. B. *aegyptiacus*; noch bedeutender ist der Unterschied bei *barbarus i. sp.* Bei einer verwandten Art, *Messor arenarius* F. erreicht der Polymorphismus einen Grad, wie er nur noch vom ostindischen *Pheidologeton diversus* Jerd. übertroffen wird. — Reaktionsfähigkeit des Keimplasmas auf Art und Menge der Nahrung, resp. Vervollkommnung des Instinktes der Arbeiterzüchtung erweisen sich in der gleichzeitigen Ausbildung der Großköpfer und Verkleinerung der Zwergexemplare. Die primitivste Form, *M. striaticeps*, welche sich an nicht dimorphe *Aphenogaster*-Arten anschließt, ist gegenwärtig selten, und wohl im Absterben begriffen.

Aus dem Polymorphismus jener Ameisen, welche zwischen größten und kleinsten Arbeiterinnen eine kontinuierliche Formenreihe darbieten, lässt sich der Dimorphismus der Arten mit getrennten Kasten leicht ableiten. Neben solchen Gattungen wie *Pheidole*, wo alle Arten zwei scharf zu unterscheidende Sorten von Arbeiterinnen besitzen, kann man in anderen Gattungen, wie z. B. *Camponotus* (einschließlich des Subgenus *Colobopsis*), die einzelnen Stufen des Trennungsvorganges verfolgen. Es gibt *Camponotus*-Arten mit nur einer Arbeiterinnenform; die meisten Arten haben große und kleine Formen und dazwischen zahlreiche Mittelformen; bei anderen sind wiederum die Mittelformen selten und einige, wie *Colobopsis truncata* haben nur die zwei extremen Formen behalten; sie erziehen keine Mittelformen mehr.

Das Ausbleiben der Großköpfer in Folge von Veränderung der Lebensweise lässt sich leicht verstehen: so z. B. bei den unterirdisch lebenden und karnivoren *Solenopsis*-Arten. — Ebenso die Vergrößerung des Leibesumfanges der Weibchen, welche eine Steigerung ihrer Fruchtbarkeit als Folge mit sich brachte und dadurch der Vermehrung der Arbeiter und der Macht der Gesamtkolonie vorteilhaft war.

Die Theorie, welche ich in hypothetischer Form durchzuführen versucht habe, ist also auf der Annahme begründet, dass die Arbeiterbildung auf einer instinktiven Kunst der Arbeiterzüchtung beruht, dass die Entstehung des Arbeiterstandes mehr von der verschiedenen Qualität der Nahrung, die Differenzierung mehrerer Sorten von Arbeitern mehr von der Quantität derselben abhängt; dadurch wird ja nicht ausgeschlossen, dass auch in diesem letzteren Prozess qualitative Unterschiede im Spiel seien; es ist dieses sogar wahrscheinlich, wenigstens in einzelnen Fällen, wie bei dem von mir beschriebenen *Melissotarsus Beccarii*, welcher zwei gleichgroße aber mit verschieden geformtem Kopf versehene Arbeitersorten darbietet.

Die Eigenschaften, durch welche sich die Arbeiter von den entsprechenden Geschlechtstieren unterscheiden, sind also nicht angeboren oder blastogen, sondern erworben, d. h. somatogen. Sie werden auch nicht als solche vererbt, sondern in Form einer dem Keimplasma zukommenden Eigenschaft

je nach den Lebensverhältnissen während der Ontogenese verschiedene Entwicklungsbahnen einzuschlagen. Eine derartige Eigenschaft des Keimes können wir mit der erblichen Anlage zu gewissen Krankheiten vergleichen, welche nur unter gewissen Bedingungen sich entwickeln, z. B. der erblichen Myopie. Das Auge ist beim erblichen Myopen zur Kurzsichtigkeit blastogen disponiert, wird aber erst dann kurzsichtig, wenn der Akkomodationsapparat durch anhaltende Arbeit übermäßig angestrengt wird. Die Myopie entsteht wie die Eigenschaften der Ameisenarbeiterinnen somatogen auf einer blastogenen Anlage.

Durch diese Annahme scheint mir das Problem der Arbeiterbildung verständlicher und seiner Lösung einen Schritt näher gebracht zu sein. Die Eigenschaften der Hymenopteren-Arbeiterinnen sind in jedem weiblichen Ei angelegt; die der Termiten-Arbeiter in jedem Ei beiderlei Geschlechtes, sie können aber erst in Folge besonderer Lebensverhältnisse zur Entfaltung kommen: Bei der Phylogenese der einzelnen Ameisenarten wurden nicht die Eigenschaften der Arbeiterinnen vererbt, sondern die allen befruchteten Eiern zukommende Fähigkeit, zu einer oder mehreren Sorten von Arbeitern gezüchtet zu werden. Es wurde auch der besondere Instinkt der Arbeiterzüchtung vererbt, welchen auch die fruchtbaren Weibchen als Begründerinnen neuer Gesellschaften besitzen müssen [1]).

Sehr wahrscheinlich sind nicht nur die Eigenschaften der Arbeiter geselliger Insekten, sondern auch manche Merkmale anderer Tiere echte erworbene, d. h. somatogene und beruhen dann auf Einwirkung verschiedener äußerer Verhältnisse auf das sich entwickelnde Individuum, oder auf der Funktion der verschiedenen Organe. Solche somatogene Eigenschaften werden dann scheinbar vererbt, weil ihre im Keim enthaltenen Anlagen sich unter denselben Verhältnissen in identischer Form und gleichem Maß entwickeln müssen.

Zur Morphologie, Biologie und Pathologie der Nonne.

Beiträge zur Kenntnis der Morphologie, Biologie und Pathologie der Nonne (*Psilura monacha* L.) und Versuchsergebnisse über den Gebrauchswert einiger Mittel zur Vertilgung der Raupe. Von Fritz A. Wachtl und Karl Kornauth. Mit 3 Tafeln in Photogravure und 8 Xylographien im Text. Wien, W. Frick, 1893. [Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Oesterreichs, herausgegeben von der k. k. forstlichen Versuchsanstalt in Mariabrunn, Heft XVI.]

Der morphologische Teil der Untersuchungen von Wachtl und Kornauth enthält namentlich eine eingehende Beschreibung der

1) In einigen hochdifferenzierten Gesellschaften haben die fruchtbaren Weibchen diesen Instinkt verloren; so z. B bei *Apis* und wahrscheinlich auch bei manchen Ameisen. Die Weibchen sind dann nicht mehr fähig einen neuen Staat zu gründen, sondern dieses geschieht durch Koloniebildung oder Ausschwärmen.

bisher wenig beachteten Warzen und Trichombildungen der Nonnenraupe, mit einer sorgfältig ausgearbeiteten tabellarischen Uebersicht über die Verteilung der Warzen am Körper der Nonnenraupe und einer schematischen Darstellung der Warzenreihen am Körper der Raupe nach der ersten sowie nach allen folgenden Häutungen. Die neugeborene Raupe (Spiegelraupe) besitzt nur tuberkelförmige, chitinöse Warzen, nach der ersten Häutung treten neben diesen auch noch zapfenförmige, fleischige Warzen von gelbroter oder roter Färbung auf. Die tuberkelförmigen Warzen bilden sechs Längsreihen, die „primären Warzenreihen", von denen zwei dorsal, die übrigen lateral stehen. Die Trichombildungen der primären Warzenreihen sind teils kurze, steife, abstehende Borsten, teils abstehende Haare von ungleicher Länge. Erstere sind, ziemlich dicht gruppiert, nur auf den Warzen der beiden dorsalen Längsreihen und der beiden inneren lateralen Längsreihen vorhanden, während letztere auf den Warzen der beiden äußeren Lateralreihen stehen. Auf den beiden inneren Lateralreihen sowie auf der den Hinterrand der Afterklappe einsäumenden Querreihe von Warzen befinden sich außerdem noch, zwischen den Borsten eingestreut, ungewöhnlich lange fadenförmige Haare.

Von besonderem Interesse ist der Bau der Borsten bei der Spiegelraupe. Dieselben sind dreigliedrig, indem zwischen einen kürzeren Basalteil und einen längeren Spitzenteil ein kugelförmiges Glied sich einschiebt, das von einer äußerst zarten, dünnwandigen, farblosen Membran gebildet wird. Es hat dieses kugelförmige Glied einen nahezu dreimal größeren Durchmesser als die begrenzenden Schaftstücke und ist mit Luft gefüllt; diesen Luftball nennen die Verf. Aërophor und die mit demselben versehenen Borsten aërostatische Borsten. Solche aërostatische Borsten treten ausschließlich nur bei der neugeborenen Raupe auf; denn schon während der ersten Häutung findet eine Umbildung derselben in gewöhnliche Borsten statt, denen der Aërophor fehlt. Von der ersten Häutung an trägt die Raupe nur noch Borsten der letzteren Art.

Unter den verwandten haarigen Raupen, die stellenweise häufig in Gesellschaft der Nonnenraupe aufzutreten pflegen, besitzen nur die Spiegelraupen des Schwammspinners ähnliche aërostatische Borsten.

Die biologische Bedeutung der aërostatischen Borsten ist nach den Verfassern ohne Zweifel darin zu suchen, dass sie gleichsam als aëronautischer Apparat funktionieren, und infolge dessen das Verwehen der jungen Räupchen auf größere Entfernungen erleichtern. Außer dem morphologischen Bau der genannten Borsten spricht für deren aëronautische Bedeutung auch besonders der Umstand, dass gerade die jungen Raupen der Nonne und des Schwammspinners es sind, die oft von ihren Fraßorten auf unglaublich große Entfernungen verweht werden, während dies bei anderen bekannten Raupen nicht oder nur

ausnahmsweise beobachtet wurde. Die Nützlichkeit dieses passiven Flugapparates für die Erweiterung des Fraßgebietes in Raupenjahren und dadurch für die Erhaltung und Vermehrung der Art ist selbstverständlich.

Aus dem biologischen Teile der Arbeit von Wachtl und Kornauth müssen hier noch einige Versuche über die Ursachen des Melanismus der Nonne angeführt werden. Bekanntlich kommen bei diesem Schmetterling häufig Exemplare mit partiellem, manchmal auch solche mit totalem Melanismus vor, bei denen nicht bloß die weiße Grundfärbung der Flügel durch die schwarze Fleckenzeichnung ganz verdrängt, sondern auch die rote Farbe des Hinterleibes durch Schwarz ersetzt wird (var. *eremita* O.). Von 183 Nonnenraupen, die anfänglich mit Kopfsalat, dann mit Fichtennadeln aufgefüttert, und während ihres ganzen Raupen- und Puppenstadiums einer Temperatur von + 16 bis + 20° R ausgesetzt und während dieser Zeit auch vollständig trocken gehalten worden waren, entwickelten sich 98 Stück oder 54 Prozent zu Melanismen, und von diesen waren wiederum 48 Prozent totale Melanismen (var. *eremita*). Andere Zuchten, bei denen auf Temperatur und Trockenheit kein Gewicht gelegt und sowohl Raupen als Puppen entsprechend feucht gehalten, einer niedrigen Temperatur und größeren Temperaturschwankungen ausgesetzt waren, lieferten hauptsächlich Schmetterlinge von der gewöhnlichen Form (*monacha* L.), unter denen sich entweder gar keine Melanismen oder doch nur einzelne Exemplare derselben fanden. Das Ergebnis dieser Versuche stimmt somit überein mit den Resultaten, zu denen schon früher Weismann und Dorfmeister bezüglich des Einflusses der Temperatur auf die Erzeugung von Schmetterlingsvarietäten gekommen waren.

Der bei der Nonne ebenfalls beobachtete Melanismus der Raupe hat dagegen keinen Einfluss auf den Melanismus des Schmetterlings, wie Wachtl schon früher nachgewiesen hatte[1]) und durch einen neuen Versuch bestätigte.

Mehrere ausschließlich mit Kopfsalat gefütterte Raupen wuchsen ungewöhnlich rasch heran und zeigten durchweg eine grünlichweiße, auffallend helle Färbung. Der einzige Schmetterling, der zur Entwicklung gelangte, war ein Männchen der Varietät *eremita*. Früher[1]) hatte Wachtl umgekehrt aus schwarzgefärbten Raupen lediglich Schmetterlinge von der gewöhnlichen hellen Form (*monacha* L.) gezogen. Ebensowenig wie bei der Färbung der Raupe ließ sich bei der Art und Qualität der den Nonnenraupen gegebenen Nahrung ein ursächlicher Einfluss auf den Melanismus des Schmetterlings erkennen.

1) Fr. A. Wachtl, Die Nonne. Naturgeschichte u. forstliches Verhalten des Insektes, Vorbeugungs- und Vertilgungsmittel. Im Auftrage des k. k. Ackerbauministeriums verfasst, 2. Aufl., Wien 1892, S. 4.

Die Pathologie der Nonne umfasst den größten Teil der Arbeit von Wachtl und Kornauth. Wir können hier nur einen kurzen Auszug geben aus denjenigen Versuchen, die auf Mikroorganismen als Erreger der „Wipfelkrankheit" der Nonnenraupe sich beziehen. Bezüglich der Einzelheiten müssen wir auf das Original verweisen.

Bekanntlich hatte Hofmann einen von ihm „Bacillus B" benannten Spaltpilz für den Erreger der Wipfelkrankheit erklärt, v. Tubeuf ein mit jenem sehr ähnliches, vielleicht identisches „Bacterium monachae". Hofmann hatte durch Stichinfektion mit Bacillus B an gesunden Raupen stets eine wirksame Ansteckung erzielt, während die Verfütterungsversuche v. Tubeuf's mit Bacterium monachae ohne entscheidenden Erfolg blieben. In Mariabrunn und später in Pirnitz wurden nun von den Verfassern wiederholte sorgfältige Versuche angestellt mit Stichinfektion und Verfütterung der beiden genannten Bakterien. Aber von allen nach beiden Methoden behandelten Raupen erkrankte keine einzige.

Die Verf. haben ferner eine große Anzahl wipfelkranker Raupen aus verschiedenen Gegenden untersucht; allein nur bei den von Augsburg zugesandten Raupen ließen sich die beiden genannten Bakterien nachweisen, bei allen übrigen nicht. Die wipfelkranken Raupen wurden mittels Kapillarröhrchen angebohrt und das Blut bakteriologisch untersucht; ebenso wurde der ausgespuckte Vorderdarmsaft auf Bakterien geprüft: es fanden sich dabei alle möglichen Bakterienformen, nur nicht die zwei gesuchten.

„In Anbetracht des Umstandes, dass weder in unsern, noch in den Raupen, welche die Herren DDr. Scheuerlen und Tangl untersuchten, diese Bakterien enthalten waren, was umsomehr ins Gewicht fällt, als ja namentlich Bacillus B in den kranken und toten Raupen in wahren Reinkulturen vorkommen soll, will es uns viel wahrscheinlicher erscheinen, dass Bacillus B und Bacterium monachae standörtliche Bakterien sind, welche aber mit der Krankheit nur in losem Zusammenhange stehen mögen oder mit derselben überhaupt nichts zu thun haben".

„Auf jeden Fall hat sich bei unseren Versuchen erwiesen, wie übrigens auch Dr. v. Tubeuf gefunden hat, dass eine Infektion gesunder Nonnenraupen mit den Bakterienkulturen ganz aussichtslos ist" (S. 22).

Die angeblichen glänzenden Resultate, welche Forstmeister Schmidt in Ratiborhammer mittels Stichinfektion, wozu er den ausfließenden braunen Saft sterbender Wipfelraupen verwendete, erzielt hat, erklären sich nach den Verfassern einfach daraus, dass die Wipfelkrankheit in jenem Gebiete so stark hauste, dass die Raupen auch ohne jene künstliche Infektion ebenso schnell umgekommen wären. Sollen doch Raupen, welche nur in die Nähe der (in Glasröhrchen mit Wattepfropf ver-

schlossenen!) Bakterienkulturen gebracht wurden, schon wipfelkrank geworden sein!!

Ueberdies erscheint es noch fraglich, ob die wipfelkranken Raupen in jenem Revier mit dem Bacillus B behaftet waren; denn die Beschreibung der von Schmidt angewandten Reinkulturen stimmt mit den Erscheinungen bei Bacillus B durchaus nicht überein (S. 24).

Als Hauptmoment zur positiven Erklärung der Wipfelkrankheit (S. 26—32) geben Wachtl und Kornauth das Auftreten eigentümlich geformter polyedrischer Körnchen in den Geweben der noch bakterienfreien Raupe an. Zuerst scheinen diese Körnchen im Fettkörper aufzutreten, den sie bald vollständig erfüllen. Später erscheinen sie vereinzelt im Blut, und zwar in den Blutkörperchen, dieselben schließlich ebenfalls völlig ausfüllend. Nach dem Bersten des Blutkörperchens treten die Körnchen aus und schwimmen nun frei in der Blutflüssigkeit umher. Zugleich findet man sie in nahezu allen anderen Organen, namentlich im Mastdarm-Plattenepithel. Diese Körnchen sind auch Tubeuf aufgefallen. Während dieser sie jedoch ihrer Hauptmasse nach als Fett erklärte, bestehen sie nach den Verfassern hauptsächlich aus einem Eiweißkörper (vielleicht Nuklein), der allerdings 36 Prozent Fett enthält. Aehnliche Gebilde sind übrigens auch bei Menschen und höheren Tieren bei gewissen pathologischen Zuständen, z. B. im Verlaufe von schweren Infektionskrankheiten beobachtet worden und führen dort den Namen „Körnchen der trüben Schwellung", welche nach Virchow der Vorläufer der fettigen Degeneration ist.

„In dem Vorhandensein der polyedrischen Körnchen ist somit ein Mittel geboten, schon dann das Auftreten der Wipfelkrankheit vorhersagen zu können, wenn sonst noch lange keine Anzeichen dafür sprechen" (S. 31). Bei den von den Verfassern in Mähren und Böhmen angestellten Versuchen ergab sich nämlich, dass diejenigen Raupen, welche in ihrem Blute jene polyedrischen Körnchen zeigten, sonst aber noch ganz frisch und gesund schienen, guten Appetit hatten und hellgrün spuckten, nach acht Tagen sämtlich an der Wipfelkrankheit eingegangen waren, während von den wegen Mangels jener Körnchen als gesund bezeichneten Versuchsraupen unterdessen keine einzige erkrankt war. Dieses Kriterium soll in diesem Jahre nochmals durch neue Versuche auf seine Allgemeinheit geprüft worden. Es bezeichnet jedenfalls einen schätzenswerten Fortschritt, wenngleich die Ursachen, die dem Auftreten jener Körnchen zu Grunde liegen, noch verborgen sind.

Da die sogenannte Schlaffsucht (Flacherie) der Seidenraupe ein von jener Wipfelkrankheit verschiedener Prozess zu sein scheint, an dem die Bakterien einen größeren aktiven Anteil haben, und ebenso auch zwischen der sogenannten Gelbsucht der Seidenraupen und der

Wipfelkrankheit der Nonnenraupe bemerkenswerte Unterschiede sich zeigen, schlagen die Verf. vor, diese drei Namen nicht unterschiedslos zu gebrauchen, sondern für die charakteristische Krankheit der Nonnenraupe den alten Ratzeburg'schen Namen „wipfeln“ und „Wipfelkrankheit“ beizubehalten.

Die mit Schimmelpilzen (*Botrytis tenella* Delac. und *bassiana* Bals.) vorgenommenen Versuche zur Hervorrufung von Mykosen bei der Nonnenraupe schienen noch weniger Aussicht auf Erfolg zu bieten als die Infektion mit Bakterien (S. 32).

Unten den chemischen Präparaten zur Vertilgung der Nonnenraupe hat sich bisher das Antinonnin (Ortho-Dinitro-Kresol-Kalium) als das beste erwiesen. Die Erfolge der Versuche von Harz und Miller werden auch durch die Versuche der Verf. bestätigt. Für die Raupen erweist sich die Bespritzung mit Antinonnin-Lösung tötlich, während die Pflanzen keinen wesentlichen Schaden leiden. Dasselbe Mittel dürfte auch zur Vertilgung anderer schädlicher Garteninsekten, Schnecken u. s. w. zu empfehlen sein. „Wenn es sich jedoch um den Schutz und die Erhaltung ausgedehnter Holzbestände handelt, wie im Walde, wird — ganz abgesehen vom Kostenpunkte — dieses sowie alle ähnlichen Mittel, deren Applizierung kolossale Wassermassen und große Spritzen voraussetzen, praktisch kaum durchführbar sein“ (S. 35).

Exaeten (Holland). **E. Wasmann** S. J.

Klinische Terminologie. Von weil. Dr. **Otto Roth.**

Vierte vermehrte und verbesserte Auflage. Gr. 8. XXX u. 522 Stn. Leipzig. Eduard Besold (Arthur Georgi).

Diese neue Auflage ist von den Herren Gessler in Stuttgart und R. Stintzing in Jena bearbeitet. Vorausgeschickt ist außerdem eine sprachliche Einführung von Dr. H. Zimmerer, Gymnasiallehrer in München. Die einzelnen, in der jetzigen klinischen Terminologie gebräuchlichen Ausdrücke sind alphabetisch geordnet und jedem eine kurze Angabe der Etymologie und eine knappe Begriffserklärung beigefügt, welche sich bei einzelnen wichtigeren Stichwörtern zu einer kurzen Auseinandersetzung über das Wesentliche unsrer heutigen Kenntnis des betreffenden Gegenstands erweitert. Da bei dem Zusammenhang der Wissenschaften untereinander ein solches Nachschlagebuch häufig gerade dem Nichtmediziner sehr erwünscht sein dürfte, so halten wir eine kurze Anzeige desselben an dieser Stelle nicht für überflüssig. Dem Nichtfachmann muss vor allem daran liegen, dass die Auskunft, welche er sucht, eine zuverlässige ist. Und davon kann er bei dem vorliegenden Buch überzeugt sein. *P.*

Verlag von Eduard Besold (Arthur Georgi) in Leipzig. — Druck der kgl. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik — Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIV. Band. **1. Februar 1894.** **Nr. 3.**

Inhalt: **Ziegler**, Die Urgeschichte der Familie vom Standpunkte der Entwicklungslehre. — **Reh**, Zur Frage nach der Vererbung erworbener Eigenschaften. — **Ritzema Bos**, Untersuchungen über die Folgen der Zucht in engster Blutsverwandtschaft. — **Blochmann**, Kleine Mitteilungen über Protozoen. — **Blochmann**, Maßangaben in Lehrbüchern. — **Bethe**, Ueber die Erhaltung des Gleichgewichts. — v. **Lendenfeld**, Die systematische Stellung von *Placospongia*. — **Werner**, Zoologische Miszellen. — **Stieda**, Berichte über die russische zoologische Litteratur der Jahre 1888—1889, herausgegeben von G. Koschewnikow. — **Zacharias**, Ueber die Verteilung der Planktonorganismen innerhalb eines Sees.

Die Urgeschichte der Familie vom Standpunkte der Entwicklungslehre.

Heinrich Ernst Ziegler, Die Naturwissenschaft und die sozialdemokratische Theorie etc. Stuttgart, F. Enke, 1894.

Die vorstehend bezeichnete, soeben erschienene Arbeit des Freiburger Zoologen verdient in dieser Zeitschrift eine kurze Besprechung. Wendet sich dieselbe auch der Natur ihres Gegenstandes nach an weite Kreise und ist dementsprechend die Darstellung allgemein-verständlich gehalten, so liegen in diesem Werke doch wissenschaftliche Untersuchungen vor, welche das Interesse des Biologen in hohem Maße beanspruchen dürfen.

Es ist zwar meist eine undankbare Aufgabe, ein Grenzgebiet zwischen zwei Disziplinen zu behandeln, da eine derartige Arbeit von beiden Seiten mit Misstrauen aufgenommen zu werden pflegt. Solche Studien sind nun aber für die Wissenschaft schon deshalb unentbehrlich, weil die geistige Einheit der letzteren nicht verloren gehen darf. Das vorliegende Buch Ziegler's betrifft ein Grenzgebiet, welches in die Biologie, die Ethnologie und Urgeschichte, die Nationalökonomie und Geschichte eingreift und dessen Bearbeitung sich allmählich zu einer besonderen Disziplin, der Soziologie, entwickelt, deren Probleme nur durch entsprechende Berücksichtigung der genannten Wissenszweige befriedigend gelöst werden können.

Es ist hier nicht der Ort, über das Verhältnis der Naturwissenschaft und der sozialdemokratischen Lehre zu berichten. An dieser Stelle handelt es sich nur darum, auf die wissenschaftlichen Ausführungen des Verfassers hinzuweisen, insofern dieselben nach Durchführung und Gruppierung neu sind. Was Ziegler im Vorwort ausspricht, bedeutet nicht zu viel: sein Buch bietet in der That die „Grundzüge einer naturwissenschaftlichen Soziologie" dar.

Aus dem reichen Inhalte der in Rede stehenden Arbeit soll hier nur ein Abschnitt herausgegriffen werden, die interessanten Erörterungen Ziegler's über die Urgeschichte der Familie.

Die scharfe, aber durchaus sachgemäße Kritik unseres Autors richtet sich in der Hauptsache gegen die von L. H. Morgan[1]) aufgestellte sog. Promiskuitätstheorie, der zu Folge den Urzustand des Menschengeschlechts „ein durch keinerlei Familienordnung geregelter Verkehr der Geschlechter" charakterisiert haben soll, und die auf dieser Grundlage konstruierte angebliche Entwicklungsfolge der Blutverwandtschaftsfamilie, der Gruppenehe, der auf das Mutterrecht sich stützenden Gentilverfassung u. s. w., bis wir zu den Zuständen der patriarchalischen Familienordnung gelangen.

Es ist klar, dass, da die ursprünglichen Verhältnisse des Menschengeschlechts nicht unmittelbar beobachtet sondern nur erschlossen werden können, Alles auf den Ausgangspunkt der Entwicklungsreihe ankommt. Mit Recht bemerkt Ziegler: „Für den Naturforscher, welcher auf dem Standpunkt der Descendenztheorie steht, ist die Wahl dieses Ausgangspunktes nicht ganz willkürlich; es ist für ihn von vornherein wahrscheinlich, dass bei den Menschen die Verhältnisse des Familienlebens und überhaupt des geselligen Zusammenlebens ursprünglich ähnliche waren wie man sie bei den nächstverwandten Tieren beobachtet". In diesem Sinne hat schon Darwin ausgesprochen, „dass die von den Autoren vermutete allgemeine Vermischung der Geschlechter im Naturzustande äußerst unwahrscheinlich ist". Die sorgfältige Beobachtung und Vergleichung der Lebensgewohnheiten der jetzt lebenden Quadrumanen führten Darwin vielmehr zu dem Schlusse, „dass der Mensch ursprünglich in kleinen Gesellschaften lebte, jeder Mann mit einer Frau, oder, wenn er die Macht hatte, mit mehreren, welche er eifersüchtig gegen alle anderen Männer verteidigte; oder es mag sein, dass er kein geselliges Wesen war und mit mehreren Frauen für sich allein lebte, wie man es beim Gorilla beobachtet hat". Ziegler hat nun zunächst Dasjenige, was wir zur Zeit über das Familienleben der Anthropoiden (Gorilla, Schimpanse, Orang-Utan und Gibbon) wissen, gesammelt und in einem besonderen

1) L. H. Morgan, Ancient Society, London 1877, Deutsch von Eichhoff und Kautsky unter dem Titel: Die Urgesellschaft, Stuttgart 1891.

Zusatz übersichtlich zusammengestellt. Daraus geht unzweideutig hervor, dass die Art des Zusammenlebens dieser in morphologischer wie physiologischer Hinsicht dem Menschen am allernächsten stehenden Tiere durchweg auf einem monogamen Familienverbande beruht. Ferner macht Ziegler auf die psychologische Seite der Frage aufmerksam, indem er sich auf die alltägliche Erfahrung beruft, welche lehrt, „dass, abgesehen vom Hunger, die Liebe der Gatten zu einander, die Eifersucht bei beiden Geschlechtern und die Liebe der Eltern zu ihren Kindern die mächtigsten Triebe des Menschen sind und bei normalen Individuen mit überwältigender Kraft auftreten, so dass man an ihrer instinktiven Natur nicht zweifeln kann; wer diese psychologische Thatsache erkannt hat, der wird niemals glauben wollen, dass im ganzen Menschengeschlecht ursprünglich ein Zustand geherrscht habe, welcher diesen mächtigsten Trieben direkt zuwiderläuft". Demnach muss der Zoologe es für durchaus wahrscheinlich halten, dass schon in den Urzeiten des Menschengeschlechts ein Zusammenleben in monogamer Familie bestand. Dieses Urteil des Zoologen findet erwünschte Bestätigung von Seiten der neueren Ethnographen wie insbesondere Westermarck's, deren Untersuchungen gleichfalls zur Ablehnung der Promiskuitätshypothese geführt haben.

So ergibt sich, dass das Fundament, auf welches Morgan seine Entwicklungsgeschichte der Familie gegründet hat, strenger Kritik nicht Stand hält. Wenn aber der Ausgangspunkt der Morgan'schen Entwicklungsreihe „falsch gewählt" war, dürfen wir von vornherein annehmen, dass auch diese selbst unhaltbar ist. Und das trifft in der That zu.

So erweist sich zunächst die Entwicklungsstufe der „Blutsverwandtschaftsfamilie", auf welcher im Gegensatz zu dem vermeintlichen Urzustand „die eine Generation vom Geschlechtsverkehr mit der anderen ausgeschlossen" sein soll, lediglich als ein Phantasiegebilde.

Die Etappe der sog. Gruppenehe oder „Punaluafamilie" sollte dadurch charakterisiert sein, dass bei ihr „die Brüder oder die Vettern verschiedenen Grades die gemeinsamen Männer ihrer gemeinsamen Frauen waren, die aber nicht ihre Schwestern sein durften". Erst auf dieser Stufe des Familienverbandes wäre also die Inzucht (oder der Incest) beseitigt worden. Dieser Lehre gegenüber bemerkt Ziegler treffend, dass es für den Biologen höchst unglaubwürdig sein muss, „dass der Incest erst auf der dritten Stufe der Kulturentwicklung der Menschheit verschwunden sei; es ist vielmehr anzunehmen, dass er von Anfang an entweder gänzlich vermieden wurde oder doch eine Ausnahme bildete. Da, so viel wir wissen, bei den Tieren unter natürlichen Verhältnissen der Incest kein regelmäßiges oder häufiges Vorkommen ist, warum sollte er es beim Menschengeschlecht gewesen sein?" Im Tier- und Pflanzenreiche finden wir

gerade die verschiedenartigsten Einrichtungen ausgebildet, um Inzucht, ja selbst die Befruchtung ferner verwandter Individuen hintanzuhalten; die Annahme, dass in den ältesten Formen des Zusammenlebens der Menschen der Incest geherrscht habe, ist daher ganz unbegründet. Auch Westermarck gelangte vor Kurzem auf Grund umfassender Studien[1]) auf ethnographischem Gebiete zu dem Satze: „Der Abscheu vor dem Incest ist ein nahezu allgemeiner Charakterzug der Menschheit; die Fälle, welche das vollkommene Fehlen dieses Gefühles anzudeuten scheinen, sind so außerordentlich selten, dass sie nur als anormale Ausnahmen von der allgemeinen Regel anzusehen sind".

Was nun die „Gruppenehe" selbst betrifft, so wurde sie von Morgan „auf Grund der malaiischen Nomenklatur der Verwandtschaftsgrade aufgestellt". Ziegler betont mit Recht, dass es ein unwissenschaftliches, weil kritikloses Verfahren sei, „aus der Verwandtschaftsbezeichnung auf die thatsächliche physische Verwandtschaft zu schließen". Von verschiedenen Seiten ist denn auch übereinstimmend festgestellt worden, dass die auf Hawaii üblichen Bezeichnungen mit wirklicher Blutsverwandtschaft Nichts zu thun haben; es handelt sich dabei lediglich um „Beziehungen des Alters, des Geschlechts und der äußeren, zwischen dem Angeredeten und dem Anredenden herrschenden gesellschaftlichen Stellung".

Die behauptete Existenz der Punaluafamilie erweist sich demnach ebenso als ein Produkt unkritischer Phantasie wie die Blutsverwandtschaftsfamilie.

Auf der folgenden Stufe, der auf das sog. Mutterrecht sich stützenden Gentilverfassung liegen bereits Verhältnisse vor, wie sie heute bei einzelnen Völkern noch thatsächlich vorkommen. Die Lehre vom Mutterrecht, ursprünglich von J. J. Bachofen begründet und dann von Morgan weiter ausgeführt, besagt, „dass die Verwandtschaft durch die Mutter für wichtiger gilt, als die Verwandtschaft durch den Vater, und dass also die Kinder nach der Familie der Mutter benannt werden und die Vererbung des Vermögens, besonders des Grundbesitzes, ausschließlich der weiblichen Linie folgt; die Kinder gehören der Gens oder dem Clan der Mutter zu". An dieses Mutterrecht werden nun recht weittragende Hypothesen geknüpft: die Promiskuität soll dadurch als ursprünglicher Zustand nachgewiesen werden und ferner soll das Mutterrecht die Wurzel des herrschenden Vaterrechts vorstellen. Es würde viel zu weit führen, den kritischen Darlegungen Ziegler's über diese Fragen folgen zu wollen; Ref. muss sich auf die Angabe der Resultate der Ziegler'schen Kritik beschränken. In ersterer Beziehung ergibt dieselbe, „dass das Mutterrecht keineswegs die Promiskuität voraussetzt, sondern sich sehr wohl

1) E. Westermarck, The history of human marriage, London 1891, Deutsch von Katscher und Grazer, Jena 1893.

auf Grund eines monogamen oder polygamen Sexualverhältnisses erklären lässt". Was aber die angebliche Hervorbildung des geltenden Vaterrechts aus dem Mutterrecht betrifft, so wird der Biologe von vornherein „viel eher das Vaterrecht direkt aus den ursprünglichen Verhältnissen ableiten, als die Meinung derjenigen teilen, welche dasselbe aus dem Mutterrechte hervorgehen lassen". In der That lassen sich die für jene Auffassung beigebrachten Argumente bei kritischer Beurteilung nicht aufrecht erhalten und es zeigt sich deutlich, auf wie schwache Füße jene Lehre gestellt wurde. „Der Naturforscher, welcher das Vaterrecht direkt aus den primitiven Verhältnissen ableiten kann, wird demnach die genannte Lehre unbedenklich verwerfen. Somit fällt für ihn Alles in Nichts zusammen, was Morgan, Engels und Bebel von dem Uebergang des Mutterrechts in das Vaterrecht und den mit demselben verknüpften Konsequenzen[1]) erzählt haben".

Mit wenigen Worten sei noch der sog. „Paarungsfamilie" gedacht, eine Ausbildungsstufe, welche Morgan zwischen die Gentilverfassung und die Herrschaft des Vaterrechts einfügt. Sie stellt einen Zustand dar, „der noch nicht die Ehe war, aber sich ihr näherte", im Grunde eine leicht auflösbare Einzelehe.

Diese Vorstellung, nach welcher das Menschengeschlecht erst nach einer langwierigen Entwicklungsfolge zur Paarungsfamilie gelangt sein soll, hat nun mit naturwissenschaftlicher Denkweise auch nicht das Geringste gemein; „man findet ja eine dauernde Paarung bei den höheren Tieren so vielfach vor und besteht die Paarungsfamilie gerade bei denjenigen Tieren, welche dem Menschen am nächsten verwandt sind". Auch hier gibt Ziegler — wieder in Form eines eigenen Zusatzes — einen leicht zu übersehenden Ueberblick über das einschlägige zoologische Material. Die wertvollen Darlegungen unseres Autors gipfeln in der Aufstellung dreier Ausbildungsstufen, welche hinsichtlich der „zwischen den beiden zur geschlechtlichen Fortpflanzung zusammentreffenden Individuen" bestehenden Beziehungen unterschieden werden können. Die unterste Stufe der geschlechtlichen Fortpflanzung ist dadurch bestimmt, dass weder eine Begattung noch eine Paarung stattfindet. Die Spermazellen werden ins Wasser entleert und suchen zum Zwecke der Befruchtung durch aktive Wanderung die ebenfalls ins Wasser abgesetzten Eier auf. Diese einfachste Art sexueller Propagation tritt vornehmlich bei niederen Tieren wie den Spongien, Cnidariern, Echinodermen u. a. m. auf. Die zweite Stufe repräsentiert nach Ziegler die „Begattungspaarung", bei welcher „zwei Individuen zum Zweck der Zeugung sich zusammenfinden und alsbald

1) So wird behauptet, „dass die Geltung des Mutterrechts den Kommunismus bedeutete und das Aufkommen des Vaterrechts zur Entstehung und Herrschaft des Privateigentums führte".

nachher sich wieder trennen". Bei dieser Art geschlechtlicher Fortpflanzung gibt es nicht selten „schon ein Liebesspiel, also ein auf Instinkten beruhendes Werben und Fliehen, oder ein Umschmeicheln, welches der Begattung vorhergeht". Nach derselben obliegt nur das eine Geschlecht, in der Regel das Weibchen, seltener wie beim Stichling (*Gastrosteus aculeatus* L.) und der Geburtshelferkröte (*Alytes obstetricans* Wagl.) das Männchen dem Schutze und der Aufzucht der Brut. Die Begattungspaarung findet sich bei vielen Würmern, den Arthropoden, den meisten Mollusken und unter den Wirbeltieren bei den Fischen, Amphibien und Reptilien, erweist sich also sehr weit verbreitet.

Als die höchste Stufe der geschlechtlichen Vermehrungsweisen stellt sich die auf dauernder Paarung beruhende Fortpflanzung, welche auch durch die Beteiligung beider Geschlechter an der Brutpflege charakterisiert erscheint, dar. Sie ist für die Vögel und Säuger typisch. Durchaus nicht immer ist die dauernde Paarung in der gleichen Weise ausgebildet, überall aber „ist ein psychisches Verhältnis zwischen den gepaarten Individuen vorhanden; sie erkennen sich, beweisen Anhänglichkeit und unterlasssen jegliche Feindseligkeit gegen einander; vor Allem unterstützen sie sich bei den Aufgaben der Brutpflege (beim Nestbau oder beim Brutgeschäft oder bei der Ernährung der Jungen und der Abwehr der Feinde)". Dieses psychische Verhalten der gepaarten Tiere scheidet scharf die dauernde Paarung von der vorher besprochenen Begattungspaarung. Denn bei der letzteren handelt es sich im Wesentlichen bloß „um einen durch einen bestimmten Sinnenreiz ausgelösten Begattungstrieb, der mit dem Ablauf der Begattung sein Ende findet". Jener psychische Charakter bedingt aber auch die Hervorbildung höherer instinktiver Triebe, vor Allem der Liebe in der zweifachen Form der Gatten- und Kindesliebe und der Eifersucht.

Das Sexualverhältnis, mit welchem Ausdruck Ziegler die zwischen den Individuen bestehenden Geschlechtsbeziehungen kurz bezeichnet, kann natürlich ein monogames oder polygames sein. Gerade bei den höchstentwickelten Formen aber, den menschenähnlichen Affen, herrscht, wie schon hervorgehoben wurde, Monogamie. Demnach wird „auch für den Menschen ein dauerndes monogames Sexualverhältnis das Ursprüngliche und Naturgemäße" darstellen. —

Fassen wir das Gesagte zusammen, so erhalten wir das wichtige Schlussergebnis, dass die von Morgan aufgestellten Theorien über den Urzustand und die Entwicklungsgeschichte der Familie im Lichte der modernen Entwicklungslehre sich ausnahmslos als unhaltbare, der Einsicht des Biologen zuwiderlaufende Konstruktionen herausstellen; an ihre Stelle haben Vorstellungen zu treten, welche von zwei verschiedenen und von

einander unabhängigen Seiten her, der zoologischen und ethnographischen, zusammenstimmende und deshalb in erhöhtem Maße bedeutungsvolle Beglaubigung finden.

Das Mitgeteilte wird genügen, um zu erkennen, dass es sich in der Ziegler'schen Arbeit um interessante und für den Biologen wertvolle Darlegungen handelt. Sie bieten einen ersten und gelungenen Versuch, Fragen der Soziologie vom Standpunkte der zoologischen Forschung näherzutreten und legen dadurch die Bedeutung klar, welche den Ergebnissen der letzteren für die Lösung soziologischer Probleme zukommt.

F. v. Wagner (Straßburg i. E.).

Zur Frage nach der Vererbung erworbener Eigenschaften.

Von Dr. **L. Reh** in Hamburg.

Nach wie vor tobt der Kampf um die Frage nach der Vererbung erworbener Eigenschaften. Auf der einen Seite Häckel mit seinen Anhängern, die in diesem Prinzipe in erster Linie das ausgestaltende Moment in der Fortentwicklung der Organismen finden, auf der andern Seite Weismann und seine Schule, die diese Vererbung hartnäckig leugnen. So heftig, mit allen Waffen des Geistes und der Wissenschaft, der Streit geführt wird, so nutzlos und überflüssig scheint er mir zu sein. Suchen wir doch nicht immer zu trennen, nicht immer das Unterscheidende zweier Theorien hervorzuheben, sondern bemühen wir uns das Gemeinsame, Verbindende auszufinden, womöglich beide zu einer zu vereinen! Gerade in diesem Falle scheint mir dies so einfach zu sein, dass ich mich wundere, wie dieser Streit überhaupt entstehen konnte. Und nur diese Ueberzeugung und die, dass in der Erregung des Kampfes gerade die einfachsten Dinge am leichtesten übersehen werden, ermutigen mich zu dem Wagnisse, in den Streit zweier solcher Koryphäen einzugreifen.

Zum Voraus will ich bemerken, dass mir die Verschiedenheit beider Ansichten überhaupt nicht zu bestehen scheint. Wie ich die Schriften Darwins immer verstanden habe, umfasst dessen wunderbare Lehre schon beide. Dass jede zu einer speziellen, der andern gegenübertretenden Theorie zu werden vermochte, hat meiner Ansicht nach seinen Grund nur in der bei beiden Parteien einseitigen Hervorhebung eines besondern Unterprinzipes des Darwinismus.

Betrachten wir, um was es sich handelt. Häckel behauptet: Erworbene Eigenschaften vererben sich, Weismann: Nicht erworbene, sondern nur angeborene, im Keimplasma gegebene, also gewissermaßen prädestinierte Eigenschaften vererben sich. Häckel stützt sich vor Allem auf die Vererbung besonders hervorstechender, in gewissen Individuen scheinbar plötzlich auftretender geistiger oder

körperlicher Eigenheiten, z. B. also auf die Familien von Künstlern, Gelehrten, Haar-Menschen u. s. w. Weismann dagegen beruft sich hauptsächlich auf die Experimente, die von verschiedenen Seiten zur Lösung dieser Frage angestellt wurden, wie das Abhauen von Schwänzen bei Ratten und Hunden u. s. w. Bekanntlich wurden solche Verstümmelungen so gut wie nie vererbt.

Hier ist der wunde Punkt. So verschieden vielleicht auf den ersten Blick beide Ansichten zu sein scheinen, so unendlich einfach ist die Lösung, so einfach, dass es mir völlig unbegreiflich ist, wie da überhaupt eine Streitfrage entstehen konnte. Es ist dies ein prachtvolles Beispiel dafür, wie gerade die einfachste Logik selbst die geistreichsten Männer in der Erbitterung des Kampfes oft im Stiche lassen kann.

Um was dreht sich denn eigentlich die Frage? Doch um die Vererbung „erworbener Eigenschaften"! So einfach dieser letztere Begriff zu sein scheint, so sehr ist er, speziell von der Weismann'schen Schule, missverstanden worden. Was ist denn eine erworbene Eigenschaft? Wenn wir heute einer Ratte den Schwanz abschlagen, einem Menschen das Bein amputieren, einem Affen das Gehirn herausnehmen, ist denn dann die Schwanzlosigkeit eine „erworbene Eigenschaft" der Ratte, die Einbeinigkeit eine des Menschen, die Gehirnlosigkeit eine des Affen?! Stellt man so direkt diese Frage, so wird jedes Kind darüber lachen! Und doch haben die größten Experimentatoren und Physiologen hiermit gearbeitet und, indem sie die Frage bejahten, die Vererbung „erworbener Eigenschaften" geleugnet! Wenn wir uns mit dieser Frage beschäftigen wollen, müssen wir uns doch erst über die Begriffe klar werden.

Eine „Eigenschaft" ist doch jedenfalls eine Bildung, die einem Organismus „eigen" ist, d. h. in seinem Baue begründet ist. Und „erworben" nennt man doch eine Eigenschaft erst dann, wenn sie im Laufe des individuellen Lebens sich heranbildet, so dass sie früher oder später in Erscheinung tritt. Und hierzu muss sie doch immer in der Anlage, oder, landläufig ausgedrückt, muss die Anlage dazu vorhanden sein. Die Sache ist so selbstverständlich, dass, wenn wir beim Menschen von „erworbenen" Kenntnissen, Fähigkeiten u. s. w. reden, Jedermann von vorn herein annimmt, die Anlage dazu muss, wenn auch in noch so geringem Grade, vorhanden gewesen sein.

Und genau so ist es in der Tierwelt. Es wird wohl Niemand erwarten, dass ein Löwe plötzlich ein Geweih bekommt, oder ein Pferd einen Elephantenrüssel oder ein Maulwurf ein Paar Vogelflügel! Und doch wäre das nicht so unlogisch, als wenn eine Ratte, der man den Schwanz abgehauen, plötzlich schwanzlose Junge zur Welt bringen sollte u. s. w.! Selbst wenn man solche Verstümmelungen einige Generationen hindurch vornimmt, beweist man nichts. Einmal arbeitet die Natur nicht mit Verstümmelungen, sondern nur mit herediven

Charakteren, wie sie Häckel nennt, und mit Anpassungen; und dann benutzt sie zu ihren Umformungen nicht 10, 20 oder 30 Generationen, sondern Tausende und, wenn sie will, Millionen. — Ein Gutes haben jene Experimente aber doch gehabt. Sie haben nämlich die Nichtigkeit aller jener Theorien, die dem individuellen Aufbau des Organismus bei der Zusammensetzung des Keimplasma eine allzugroße Rolle beimaßen, bewiesen.

Nun zur Sache selbst. Wie haben wir uns also die Vererbung erworbener Eigenschaften zu denken? Ich glaube sehr einfach! Sämmtliche Junge eines Elternpaars sind individuell verschieden, und zwar nach allen möglichen Richtungen. Diese angeborenen Eigenschaften leiten ihren Ursprung gewiss aus dem Aufbaue der elterlichen Organismen her. Vor allen Dingen mögen hier die feineren Verhältnisse bei der Befruchtung und später bei der Lagerung und Ernährung im Uterus ausschlaggebend sein. Genaueres hierüber wissen wir nicht. Jene individuellen Eigenschaften der Embryonen sind dreierlei. Einmal solche, die den Tieren später schaden. Ihrer sind gewiss wenige. Dann solche, die indifferent sind. Ihrer sind, wenn überhaupt vorhanden, noch weniger. Die endlich, die den Individuen jetzt und später von Nutzen sind, überwiegen gewaltig. Aber sie sind in verschiedenster Ausbildung vorhanden, hier nach der Seite, dort nach jener und bei anderen nach noch anderen Richtungen. Also qualitativ sind sie verschieden. Aber natürlich auch quantitativ, hier kaum bemerkbar, dort stärker, bei weiteren besonders hervorragend. Selbstverständlich sind diese Unterschiede so gering beim Neugeborenen, dass ein ungeübtes Auge sie völlig und selbst das geschärfte Auge des Züchters sie großen Teiles übersieht.

Diejenigen Jungen, die in irgend einer Richtung besonders günstig ausgestattet sind, sind natürlich allen ihren Geschwistern im Kampfe ums Dasein überlegen. Aber noch mehr! Mit dieser angeborenen Eigenschaft habe sie einerseits die Anlage, diese weiter ausbilden zu können, also die Anlage zu ihr, wie man gewöhnlich sagt, andererseits aber auch den instinktiven Trieb, diese Anlage ausgiebig zu benutzen, geerbt. Sie fangen damit in den ersten Stadien ihres Embryonallebens an; wenn sie in den aktiven Kampf ums Dasein eintreten, fahren sie mit verstärkter Kraft fort. Gemäß dem Gesetze der funktionellen Anpassung erhalten jene Organe eine größere Blutmenge, also Ernährung; die Nerventhätigkeit wird durch die fortgesetzte Uebung ständig erleichtert u. s. w. Kurzum, die in der Anlage vorhandenen, beim Neugeborenen kaum bemerkbaren potentiellen Anpassungen, werden beim Erwachsenen so deutlich und auffallend, dass man sie eben „erworbene Eigenschaften“ nennt. Hiermit kommt der glückliche Besitzer dieser Eigenschaften, der ja seinen Geschwistern und der Mehrzahl seiner Vettern im Kampfe ums Dasein schon sehr

bemerkbar überlegen ist, besser zur Fortpflanzung, und wird seine aus „ererbten Anlagen“ hervorgegangenen „erworbenen Eigenschaften“ in höherem Grade einer größeren Anzahl von Jungen vererben. Und dies geht so weiter, bis nach einer gewissen Anzahl von Generationen die „Vererbung erworbener Eigenschaften“ eine Thatsache ist.

Wie verhält es sich nun mit jenen sonderbaren Erscheinungen, die uns in den Familien der Haar-Menschen u. s. w. entgegentreten? Können wir da von Vererbung erworbener Eigenschaften reden? Wohl nicht!; eher dagegen von Vererbung angeborener, im Keime enthaltener Eigenschaften, wenn auch nicht gerade im Sinne Weismanns. Wir haben es hier unzweifelhaft mit Fällen von Atavismus zu thun. Fehlt uns auch jegliche Erklärung, denn keine der vielen Vererbungs-Theorien, mit Ausnahme vielleicht derjenigen von Haacke[1]), genügt auch nur irgendwie, so ist die Thatsache des Atavismus doch nicht zu leugnen. Und ebenso plötzlich, wie diese Missbildungen auftreten, ebenso plötzlich verschwinden sie wieder. Also können wir von Vererbung eigentlich kaum reden.

Anders verhält es sich mit der Vererbung von Krankheiten. Sie scheinen und sind auch das treffendste Beispiel von Vererbung erworbener Eigenschaften, wenn auch nicht in dem Sinne, in dem man diesen Begriff gewöhnlich auffasst. Für sie scheint meine oben auseinandergesetzte Ansicht kaum zu passen. Und dennoch glaube ich es. Sie sind eben keine „neu“ erworbenen Eigenschaften, sondern trotz alledem nur ausgebildete. Schwindsucht, Syphilis und wie jene schrecklichen Heimsuchungen der Menschheit alle heißen, sind eben Eigenschaften des Menschen, d. h. sie sind latente, dem menschlichen Organismus innewohnende, „eigne“ Krankheits-Anlagen, die eben gottlob nur so schwach sind, dass sie von anderen Eigenschaften, speziell der Widerstandsfähigkeit der menschlichen Materie gegen jene Gifte für gewöhnlich im Zaume gehalten werden. Treten dann einmal besonders ungünstige Umstände ein, so bilden sie sich nicht neu, sondern nur ihre Anlage bildet sich aus. Es sind also gewissermaßen negative Anpassungen. —

Wäre nur die von Weismann so sehr betonte Prädisposition oder Anlage das wirkende Moment, so müssten sich eine Masse Eigenschaften entwickeln, die den betreffenden Tieren völlig ohne Nutzen wären, wir hätten also eine Welt voll Monstrositäten. Wäre umgekehrt nur die von Häckel hervorgehobene Vererbung von „Anpassungen“ Ausschlag gebend, so wäre dieser ja keine Grenze gesetzt und von Systematik könnte keine Rede sein. Aber eben diese Grenzen, die in der systematischen Stellung der Tiere gegeben sind, umschließen die hierdurch erlaubten Anpassungs-Richtungen. Gerade die systematische Stellung bedingt die Variations- und Anpassungs-Möglichkeit.

1) Siehe dessen „Schöpfung der Tierwelt“ u. s. w.

Und was bedeutet dies anders als: die generellen Eigenschaften oder Vererbungen, eben die „im Keime enthaltenen Anlagen"?! — Es ist nun allerdings möglich, dass sich auf Grund dieser Anlagen Eigenschaften entwickeln, die das Maß der Anpassung zu überschreiten scheinen, ja sogar direkt schädlich wirken. So kann man ruhig annehmen, dass jene riesigen Urwelt-Tiere gerade durch ihre ungeheure Größe dem Untergange verfallen, ebenso wie die jetzt lebenden ihm geweiht sind. Dieses Uebermaß von Größe können wir wohl kaum als Anpassung betrachten, sondern müssen eine besondere Beanlagung annehmen, die diese Tiere so sehr das Mittelmaß überschreiten ließ, bezw. lässt. — Vielleicht müssen wir hierher auch den auf Kosten des übrigen Körpers so ungeheuer wirkenden Ausbildungstrieb des menschlichen Gehirnes rechnen.

Nicht hierher zählen möchte ich dagegen jene mannigfachen Gebilde, für die wir keine Erklärung finden, trotzdem sie uns so oft aufstoßen. Ich meine die so verschiedenartigen Formen der Geweihe, die bunten Farben vieler Konchylien unter einem oft einfach grauen Ueberzuge, die so herrlich schön und kunstvoll gebauten Stacheln der Seeigel u. s. w. Wenn wir diese Erscheinungen auch nicht verstehen und uns kein Grund für sie einleuchtet, so ist ein solcher doch wohl vorhanden. Ich möchte sie doch Anpassungen, wenn auch nur indirekter Art, nennen. —

Fassen wir zum Schlusse noch einmal kurz zusammen: Nicht um Vererbung **„operativer Verstümmelungen"**, sondern um die **„erworbener Eigenschaften"** handelt es sich. Diese ist unzweifelhaft vorhanden. Aber sie setzt eine bestimmte, der betreffenden Form innewohnende und durch die systematische Stellung gegebene Anlage voraus. Auf diese hingewiesen zu haben ist das große Verdienst Weismann's.

„Was die sogenannte „somatogene" Anpassung betrifft, also die in höherem Lebens-Alter, so ist auch sie keine völlige Neuerwerbung, sondern nur eine Ausbildung latenter Eigenschaften, latent nicht im Sinne Weismann's als angeboren, sondern in rein physikalisch-chemischen, wie etwa das Wasser die latente Eigenschaft hat, bei 100° C zu verdampfen. Die Vererbung ist demnach selbstverständlich".

Untersuchungen über die Folgen der Zucht in engster Blutsverwandtschaft,

von Dr. **Ritzema Bos.**

Zwar wird durch die Erfahrung, namentlich der Viehzüchter, bewiesen, dass die Zucht in engster Blutsverwandtschaft nicht während vieler Generationen dauernd betrieben werden kann, ohne dass sie „zur Einseitigkeit in der Befähigung, zum Auftreten von Fehlern und Ge-

brechen, resp. zu deren Steigerung" führt, „eventuell in weiterer Folge eine mit Schwächung der Konstitution einherschreitende Verbildung und eine von Unfruchtbarkeit begleitete Degeneration bei den Zuchtstämmen" nach sich zieht"[1]); aber man streitet noch immer über die Frage, ob denn eigentlich die Zucht in engster Blutsverwandtschaft qua talis die Unfruchtbarkeit, die Schwächung der Konstitution, das Geborenwerden von Missbildungen u. s. w. veranlasse, oder ob diese Symptome die Folgen seien der Anhäufung resp. Steigerung etwa in der Familie vorhandener Fehler.

Mitte Oktober 1886 wurde mir eine Mutterratte (*Mus decumanus*) mit 12 Jungen geschenkt. Die Mutterratte war ein zahmes Albinoweibchen; sie war von einem wilden Männchen von gewöhnlicher Farbe befruchtet worden; von den jungen Ratten waren 5 Stück Albino's; 4 Stück waren an der Rückenseite, auf Hals und Brust von gewöhnlicher Rattenfarbe, während die anderen Teile weiß waren; drei Stück waren ganz von gewöhnlicher Rattenfarbe, bloß die Füße waren ganz weiß behaart und die Schwanzspitze war weiß, während von diesen drei Exemplaren eins eine weiße Längslinie am Bauche hatte. Der Vater dieser Familie war gleich nach der Paarung verschwunden, und ward nicht mehr gesehen.

Von den obenerwähnten 12 Geschwistern wurden 7 von mir zum Zweck der Zucht behalten. Ich bekam wenige Wochen später ein mit den 7 Geschwisterratten nicht verwandtes Albino-Männchen, welches aber schon nach zwei Paarungen starb. Später wurde fremdes Blut niemals wieder eingeführt, so dass immer Paarung in Verwandtschaft stattfand, und als ich die Zucht während 6 Jahren, also durch etwa 30 Generationen hindurch, fortgesetzt hatte, musste natürlich jede Paarung eine solche in sehr enger Blutsverwandtschaft sein; ich brachte aber absichtlich sehr oft Eltern mit ihren Kindern, sowie Geschwister mit einander zur Paarung.

Das Zuchtmaterial, mit dem ich meine Versuche über Verwandtschaftszucht anstellte, war dasselbe, mit dem ich meine Beobachtungen über Vererbung von Traumatismen machte, über welche von mir im elften Bande des „Biologischen Centralblattes", referiert wurde[2]).

Die Hauptergebnisse meiner Versuche über Zucht in Blutsverwandtschaft wurden von mir mitgeteilt in der Versammlung des IV. Kongresses niederländischer Naturforscher und Aerzte", welcher am 7. und 8. April 1893 in Groningen tagte. Ein kurzes Resumé dieser Mitteilung sei mir hier zu geben erlaubt[3]).

1) C. Leisewitz, „Lehr- und Handbuch der allgemeinen landwirtschaftlichen Tierzucht". 8. 239.

2) „Biologisches Centralblatt", Bd. XI (1891), S. 734: „Zur Frage der Vererbung von Traumatismen".

3) Vergl. Handelingen van het vierde Nederlandsch Natuur- en Geneeskundig congres, gehowden te Groningen", 1893, S. 196 u. s. w.

Zunächst will ich hervorheben, dass die mittlere Anzahl der Jungen eines jeden Wurfes während der ersten drei Jahre nicht, im vierten Jahre etwas, dann im fünften Jahre plötzlich schnell abnahm.

In den Jahren

1887,	1888,	1889,	1890,	1891,	1892
betrug die Zahl der Jungen eines jeden Wurfes im Durchschnitt resp.					
$7^1/_2$,	$7^1/_7$,	$7^{12}/_{17}$,	$6^{21}/_{36}$	$4^7/_{12}$	$3^1/_5$ Stück.

Während also die durchschnittliche Anzahl der Jungen eines jeden Wurfes während der ersten 20 Generationen (in den ersten vier Jahren) nicht erheblich verminderte, war solches in starkem Maße in den folgenden 10 Generationen (in den weiteren zwei Jahren) der Fall. Würfe von 10 bis 12 Jungen waren in den ersten Versuchsjahren keine Seltenheit, in den letzten Jahren kamen sie gar nicht mehr vor.

Auch vermehrte sich die Anzahl der Paarungen, welche keine Befruchtung mit sich brachten, in den ersten Jahren wenig, in den letzten Jahren sehr stark. In den Jahren

	1887,	1888,	1889,	1890,	1891,	1892
blieben resp.	0,	2,63,	5,55,	17,39,	50,	41,18 %

der Paarungen ohne Resultat.

Namentlich starben in den letzten Jahren weit mehr Junge im frühesten Alter als in den ersten Jahren. Von den Rattenkindern starben im Alter von höchstens vier Wochen in den Jahren

1887,	1888,	1889,	1890,	1891,	1892
3,9,	4,4,	5,0,	8,7,	36,4,	45,5 %.

In obiger Zusammenstellung sind nicht bloß die an Krankheiten, Schwäche u. s. w. gestorbenen jungen Ratten aufgezählt, sondern auch diejenigen, welche infolge der zu geringen Milchsekretion seitens der Mutter starben, und diejenigen, welche im frühesten Alter von der Mutter aufgefressen wurden.

Auffallend ist namentlich in 1891 die plötzliche und starke Vermehrung der unfruchtbaren Paarungen sowie der Anzahl der in erster Jugend sterbenden Jungen. Diese Vermehrung zeigte sich nachdem erst während etwa 20 Generationen die Verwandtschaftszucht mit nicht sehr ungünstigem Erfolge stattgefunden hatte. —

Obgleich bei lange fortgesetzter Paarung in Blutsverwandtschaft das Fortpflanzungsvermögen meiner Ratten im Allgemeinen stark abnahm, so war es doch noch nicht gleichgiltig, ob ich die strengste Incestzucht anwandte oder für die Paarung Tiere aussuchte, welche einander möglichst wenig verwandt waren.

Bemerkenswert ist namentlich das Resultat, dass die Paarung zwischen Geschwistern viel schlechtere Erfolge lieferte als die Paarung zwischen Mutter und Sohn, resp. Vater und Tochter. In den letzten drei Jahren war die Paarung

	fruchtbar, während alle Jungen am Leben blieben:	fruchtbar, während bloß ein Teil der Jungen am Leben blieben:	fruchtbar, während später alle Jungen starben:	unfruchtbar:
zwischen Geschwistern	22,8	9	31,8	36,4
„ Eltern u. Kindern	64,3	0	14,3	21,4 % Mal.

Für die Paarung zwischen Geschwistern nahm ich gewöhnlich Kinder desselben Wurfes; in den wenigen Fällen, wo ich Geschwister verschiedener Würfe mit einander paaren ließ, zeigte sich keine bedeutend größere Unfruchtbarkeit und keine bedeutend größere Sterblichkeit unter den Ratten als in den Fällen, wo ich nicht absichtlich in engster Verwandtschaft züchtete. Ich muss hierbei jedoch bemerken, dass auch im letzterwähnten Falle, die Verwandtschaft zwischen den mit einander paarenden Individuen keine andere als eine sehr enge sein konnte.

Geschwister, die unter sich nicht fruchtbar waren, ergaben sich gewöhnlich auch bei Paarung mit einem andern Individuum aus meiner Rattenheerde als unfruchtbar; es kam aber auch in einzelnen Fällen das Gegenteil vor.

Vorläufig will ich bloß die oben angegebenen Resultate erwähnen. Ich bin noch mit andern Zuchtversuchen beschäftigt, kann aber aus denselben noch keine Schlussfolgerungen ziehen. Allein aus den oben erwähnten Versuchen, die während sechs Jahren an mehreren tausenden Ratten angestellt wurden, lässt sich jedenfalls schließen, dass wiederholte Zucht in enger Blutsverwandtschaft die Fortpflanzung vermindert

1) dadurch, dass die Zahl der unfruchtbaren Paarungen zunimmt;
2) dadurch, dass die durchschnittliche Anzahl der Jungen jedes Wurfes abnimmt;
3) dadurch, dass das Vermögen der Jungen, am Leben zu bleiben, sowohl wie das Vermögen der Mütter, dieselben groß zu ziehen, abnimmt.

Auch werden die Ratten durch fortgesetzte Blutsverwandtschaftszucht in ihrer Fortpflanzung mehr von äußeren Bedingungen abhängig. In den Wintern 1887/88, 1888/89, 1889/90 wurden auch im November, Dezember, Januar und Februar Junge geboren; im Winter 1890/91 bloß noch einige im November und im Februar, keine im Dezember und Januar; in den Wintermonaten 1892/93 kamen gar keine Geburten mehr vor.

In den letzten zwei Jahren wurde die Fortpflanzung der Ratten eine so geringe und die Sterblichkeit unter den Jungen eine so große,

dass ich schon im März dieses Jahres in der Versammlung niederländischer Naturforscher und Aerzte mich mitzuteilen veranlasst sah, dass vielleicht bald die Versuche eingestellt werden müssen, weil keine Versuchstiere mehr vorhanden. Ich kann jetzt, nachdem ich die Versuche noch während dreiviertel Jahren fortgesetzt habe, hinzufügen, dass zwar noch nicht „la bataille est finie faute de combattants", dass ich aber von allen meinen Ratten im ganzen Jahre 1893 bloß vier wenig zahlreiche Würfe bekommen habe, und dass von den Jungen mehr als die Hälfte gestorben sind, so dass ich im letzten Jahre weit mehr erwachsene Ratten verloren als junge bekommen habe. —

Uebrigens kann ich nicht sagen, dass in den sieben Jahren, welche über sich meine Züchtungsversuche erstrecken, die von mir in Blutsverwandtschaft gezogenen Ratten in Körperlänge und Gewicht sehr viel verminderten. Sowohl in 1886 als noch in 1891 erreichten die erwachsenen Männchen ein Maximumgewicht von 300 Gramm; im Jahre 1893 hatte ich noch wenige Exemplare, die ein Gewicht von 275 Gramm erreichten; allein die meisten erwachsenen Männchen sind noch nicht 240 Gramm schwer.

Von Krankheiten, welche Crampe[1]) bei seinen in enger Verwandtschaft fortgepflanzten Ratten in so großer Anzahl und in so starkem Grade auftreten sah, bemerkte ich wenig. Bloß einmal kam mir ein Exemplar mit abnormal entwickelten Schneidezähnen (sogen. „Elephantenzähnen") vor; bloß dreimal wurde eine meiner Ratten von „grauem Star" heimgesucht. Am häufigsten kam, namentlich in den letzten Jahren, eine Krankheit vor, wobei die Bewegungen der Ratte abnormal wurden, schließlich der Hinterteil des Körpers erlahmte und das Tier nach starker Abmagerung starb; bis jetzt wurde im ganzen ungefähr 12 Mal eine meiner Ratten von dieser Krankheit heimgesucht: und diese Anzahl darf wohl eine sehr geringe heißen in Hinsicht auf die Tausende von mir gezüchteter Ratten. — Eine Konjunktivaentzündung, von welcher fast ausschließlich die Albinos heimgesucht wurden, die auch auf den Menschen überging, und die es mir mit gutem Erfolg zu bekämpfen gelang, kann — als kontagiöse Krankheit — nicht als eine Folge der Verwandtschaftszucht angesehen werden.

Meine Resultate stimmen in mancher Hinsicht mit den von Crampe erhaltenen überein, sie sind aber jedenfalls in Hinsicht auf das Auftreten von Krankheiten und Missbildungen sowie auf die Körpergröße der Ratten günstiger als die seinigen. Crampe beobachtete, nachdem er eine Zeit lang in engster Blutsverwandtschaft gezüchtet hatte, bei seinen Ratten zahlreiche Krankheitsfälle und sonstige Abnormitäten: Zahnmissbildungen, grauer Star, Gebärmutter- und Eierstocksentzündungen, Unvermögen zu Gebären und zu Säugen u. s. w. traten sehr

1) Vergl. dessen Mitteilungen in „landwirtschaftliche Jahrbücher", 1883, Seite 421.

oft auf. Es scheint mir, dass die Ursache dieser Krankheitsfälle und Abnormitäten nicht der Verwandtschaftszucht qua talis zugeschrieben werden müssen, sondern der Thatsache, dass Crampe mit kranken, schwachen Ratten seine Züchtungsversuche anfing. Nennt er doch selbst sein Zuchtmaterial „hinfällig und leistungsunfähig, schwer belastet mit erblichen Leiden". Die Ratten aber, welche die Ahnen meiner Versuchstiere wurden, waren ganz gesund. Allein auch Crampe gelang es, ungeachtet der Verwandtschaftszucht und der Kränklichkeit seines Zuchtmaterials, kräftige, fortpflanzungsfähige Tiere zu bekommen, aber nur bei ausgezeichneter Nahrung und Pflege: „denn die Ansprüche der Individuen an ihre äußeren Lebensbedingungen wachsen, je länger von der Zucht in Verwandtschaft Gebrauch gemacht wird. Die Zucht fällt der Verkümmerung und Auflösung anheim, wenn diese Ansprüche unbefriedigt blieben". — Ich pflegte natürlich meine Ratten gut während der sieben Versuchsjahre, brauchte sie aber im letzten Jahre nicht besser zu verpflegen und zu ernähren als im ersten Jahre, um gesunde Tiere zu haben. Bloß blieben die Urenkel der 20. bis 30. Generation etwas kleiner als die Stammeltern der früheren Generationen. Andere nachteilige Erfolge außer Verminderung der Fruchtbarkeit sowie eine etwas geringere Körpergröße, konnte ich nicht konstatieren; vielleicht werden sich diese erst zeigen, nachdem ich meine Blutsverwandtschaftszucht noch weiter fortgesetzt habe. Ich muss aber bemerken, dass ich diese Zucht, und zwar in sehr vielen Fällen als reinste Incestzucht (Paarung zwischen Geschwistern, zwischen Eltern und Kindern), fortsetzte, bis bei den meisten Stämmen das Fortpflanzungsvermögen gänzlich erschöpft, bei wenigen Stämmen nur noch schwach vorhanden war, — ohne dass mehr Krankheiten in erheblicher Anzahl auftraten, noch Missbildungen oder sonstige Abnormitäten sich zeigten.

Ich stelle also fest: dass durch Crampe's Versuche nicht bewiesen ist, dass die Verwandtschaftszucht resp. die Incestzucht per se Ursache der Entstehung von Missbildungen, Abnormitäten und Krankheiten sei; hingegen darf nach meinen Versuchen als wahrscheinlich gelten, dass sie diese Folgen nicht selbst verursacht, sondern dieselben auftreten lassen kann bloß dadurch, dass sie die ungünstigen Eigenschaften der Stammeltern in starkem Grade in den folgenden Generationen akkumuliert. Solches war zweifelsohne bei den Züchtungsversuchen Crampe's der Fall; sein Zuchtmaterial war ja „mit erblichen Leiden" belastet.

Es wird öfter behauptet, die Viehzucht liefere viele Beweise nicht bloß für die Verminderung der Fruchtbarkeit sondern auch für das Entstehen von Missgeburten infolge der fortgesetzten Verwandtschaftszucht. Namentlich bei Yorkshireschweinen, die sich in enger Verwandtschaft fortpflanzen, kommen dergleichen Missgeburten, namentlich Hydrocephalen, sehr oft vor. Es muss aber betont werden, dass der Körperbau

der meisten unserer Haustiere, gerade deshalb, weil sie für bestimmte Zwecke gezüchtet werden, vom normalen Körperbau in starkem Grade abweicht. Yorkshireschweine, Merinoschafe, Holländische Milchkühe, New-Durhamrinder u. s. w. bilden ja, vom zoologischen Standpunkte aus gesehen, gleichsam pathologische Rassen der Tierart, zu welcher sie zählen. Und es versteht sich, dass dergleichen abnormale, d. h. pathologische Tiere ihre, in physiologischer Hinsicht, schlechten Eigenschaften auf ihre Nachkommen übertragen, ja dass sogar diese schlechten Eigenschaften im Laufe der Generationen dermaßen sich akkumulieren, dass sie dem Fortbestehen der Rasse eine Schranke setzen. Mit dieser Anschauung stimmt die Thatsache überein, dass gerade diejenigen Haustierrassen, welche am meisten vom normalen Körperbaue abweichen, die größte Neigung haben, nicht bloß unfruchtbar zu werden, sondern auch Monstrositäten, schwächliche und kränkelnde Produkte zu gebären. Die Schafe und namentlich die Schweine scheinen im allgemeinen der Wirkung der Incestzucht in dieser Richtung am schlimmsten ausgesetzt; während man bei Rindern und Pferden wohl Abschwächung des Fortpflanzungsvermögens, selten aber das Auftreten von Krankheiten und Missbildungen der fortgesetzten Inzucht zuschreibt. Das Shorthornrind, das Leicesterschaf, das englische Vollblutpferd sind Beispiele von ausgezeichneten Viehrassen, welche der Incestzucht oder wenigstens der engen Verwandtschaftszucht ihre Entstehung verdanken. Dass aber bei Haustieren die Abnahme der Fruchtbarkeit resp. die vollständige Unfruchtbarkeit infolge der fortgesetzten Verwandtschaftszucht das Aussterben einer Rasse verursachen kann, hat das im vorigen Jahrhundert von Bakewell gezüchtete Dishleyrind bewiesen, welches durch Inzucht entstanden war, durch fortgesetzte Inzucht wieder verschwand. Auch das Leicesterschaf, welches durch strenge Inzucht als eine neue Rasse gezüchtet wurde, konnte bloß dadurch erhalten bleiben, dass man eine Zeit lang diese Zuchtmethode einstellte und neues Blut einführte.

Aus meinen Züchtungsversuchen sowie aus den von den Viehzüchtern gemachten Erfahrungen ziehe ich den Schluss:

1) die fortgesetzte Zucht in engster Verwandtschaft vermindert das Fortpflanzungsvermögen, kann sogar schließlich vollkommene Unfruchtbarkeit verursachen;
2) sie scheint auch nach vielen Generationen eine Abnahme der Körpergröße zu veranlassen;
3) es ist möglich, aber keineswegs bewiesen, dass die fortgesetzte Zucht in engster Verwandtschaft als solche eine größere Prädisposition für Krankheiten und das Entstehen von Missbildungen verursacht.

Kleine Mitteilungen über Protozoen.

Von **F. Blochmann.**

Was ich im Nachstehenden mitteilen will, sind gelegentlich gemachte Beobachtungen, das mag auch den aphoristischen Charakter entschuldigen. Einiges scheint mir ein allgemeineres Interesses zu haben, und da ich voraussichtlich in der nächsten Zeit doch nicht dazu kommen werde, eine oder die andere Frage genauer zu behandeln, so lege ich die Resultate unvollständig, wie sie sind, vor.

1. *Pelomyxa.*

Pelomyxen, die Riesen unter den Rhizopoden des Süßwassers gehören hier in Rostock zu den häufigeren Vorkommnissen, sodass sie regelmäßig in den Kursen untersucht werden. Als wir Anfangs dieses Semesters bei einer solchen Gelegenheit Pelomyxen in großer Zahl auf dem Laboratorium hatten, konservierte ich solche in verschiedener Weise und fand dabei, dass die Tiere auf der Oberfläche zerstreut stehende wimperähnliche, protoplasmatische Fädchen von ziemlicher Länge tragen. Ich sah diese zuerst an mit Osmiumgemischen konservierten Tieren. Bei solchen sind sie überhaupt am leichtesten wahrzunehmen. Sie erhalten sich aber auch in Sublimat etc. Die Fädchen sind ungefähr 10—15 μ lang, recht fein und bis zum Ende etwa gleich dick. Ich dachte natürlich im ersten Augenblick an anhängende Bakterien, gab diese Ansicht jedoch bald auf. Die Fädchen sind viel länger als die gewöhnlichen, im Wasser vorkommenden Bakterien und viel feiner als dieselben, dabei viel weniger lichtbrechend, so dass sie im konservierten Zustande ganz den Eindruck von Wimpern machen. Ich suchte ihrer nun an dem lebenden Tiere ebenfalls ansichtig zu werden, was leicht gelang. Dabei musste ich mich bald überzeugen, dass die Fädchen keine Wimperbewegung zeigen. Ich sah sie zwar, wenn die Thiere unter dem Deckglas lebhaft krochen, sich etwas schlängeln, konnte aber nicht den Eindruck der Eigenbewegung erhalten. Um in dieser Beziehung noch sicherer zu gehen, brachte ich in das Wasser, in welchem ich die Pelomyxen beobachtete, etwas angeriebenes Karmin. Dabei sah ich zunächst die sehr eigentümliche, von Bütschli[1]) schon beobachtete Erscheinung, dass, wenn eine *Pelomyxa* in lebhaftem Vorwärtsfließen begriffen ist, im Wasser an der Oberfläche des Tieres ein nach vorne gerichteter, ziemlich intensiver Strom fließt, der also dem Mittelstrome des Plasmas gleichlaufend, dem Randstrome aber entgegenlaufend ist. Als ich nun auf die Börst-

1) Bütschli O., Untersuchungen über mikroskopische Schäume und das Protoplasma, 1892, S. 219.

chen achtete, erstaunte ich sehr, dass ich dieselben auf der Oberfläche der *Pelomyxa* genau in demselben Tempo wie die Karminkörnchen in dem Außenstrome — wie ich den Strom in dem umgebenden Wasser nennen will — also unter Umständen ziemlich schnell nach vorne wandern sah. Es lässt sich leicht konstatieren, dass Mittelstrom des Plasmas, die Börstchen und der Außenstrom annähernd dieselbe Geschwindigkeit haben.

Fig. 1.

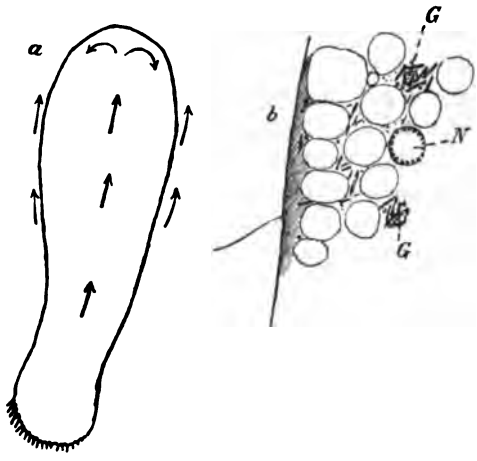


Fig. 1. a = Umriss einer im lebhaften Vorwärtskriechen begriffenen *Pelomyxa*. Die Pfeile bedeuten: Die mittleren den Mittelstrom, die vorderen gekrümmten den Randstrom, die äußeren den dem Mittelstrome des Plasmas gleichgerichten, in dem umgebenden Wasser fließenden Außenstrom; b = Optischer Schnitt des Randes mit einem Börstchen; N = Kern; G = von Stäbchen umhüllter Glanzkörper.

Wird der Mittelstrom schwächer, oder hört er auf zu fließen, so bemerkt man dasselbe an den Börstchen und an dem Außenstrom.

Außenstrom und Bewegung der Börstchen sieht man auch an den Stellen noch sehr deutlich, wo der Randstrom des Plasmas schon vollständig zur Ruhe gekommen ist. Ich habe wiederholt folgenden Versuch gemacht: Ich beobachtete den Außenstrom und die Bewegung der Börstchen an einer Stelle, wo das Randplasma vollständig in Ruhe war, verschob dann das Präparat soweit, dass der Mittelstrom sichtbar war, und fand dann diesen ausnahmslos dem Außenstrome gleichfließend und gleichschnell. Zum Ueberflusse kontrolierte ich diese Bewegungen alle noch mit Hilfe des Mikrometers.

Die Börstchen sind nun einer sehr feinen hyalinen Hautschicht eingepflanzt. Manchmal bei guten optischen Schnitten glaubte ich mich zu überzeugen, dass diese die Börstchen tragende Schicht doppelt konturiert ist und dass die Basis des Börstchens sie in der ganzen Dicke durchsetzt. Dabei sind aber die Schwierigkeiten nicht außer Acht zu lassen, die bei der Betrachtung von optischen Durchschnitten des gewölbten Randes so dicker Plasmakörper, wie die Pelomyxen sind, durch die schwer zu kontrolierenden Brechungsverhältnisse entstehen. Dagegen überzeugt man sich ganz sicher, dass da, wo die Börstchen aus der Außenschicht hervorgehen, bei richtiger Einstellung

stets ein glänzender Punkt erscheint, wie man ihn ja leicht an den Cilienursprüngen der Infusorien sieht. Besonders schön tritt dies hervor, wenn ein solches Börstchen über die obere oder untere Fläche eines aus ganz hyalinem Plasma bestehenden, breiten Pseudopodiums hinläuft.

Aus diesen Beobachtungen ergibt sich nun mit voller Sicherheit, dass an der Oberfläche der strömenden *Pelomyxa* eine sehr dünne Plasmaschicht in demselben Sinne strömt wie der Mittelstrom und durch ihre Bewegung einen gleichgerichteten Strom in dem umgebenden Wasser verursacht. Bütschli (l. c. S. 219) hat aus der Anwesenheit des Außenstroms geschlossen, dass ein solcher, diesem gleichgerichteter Strom in der oberflächlichen Plasmaschicht vorhanden sein müsse. Die direkte Beobachtung bestätigte diesen Schluss.

Man wird wohl ohne weiteres annehmen dürfen, dass dieselben Strömungserscheinungen auch bei anderen Amöben vorhanden sind. Man kann bei diesen wohl noch den Außenstrom beobachten, aber nicht wie bei *Pelomyxa* direkte Beweise für die gleichnamige Bewegung einer sehr dünnen Schicht des Plasmas selbst erbringen. Ich habe zum Vergleich noch eine vielkernige Amöbe, wohl *A. secunda* Grub. daraufhin beobachtet und hier auch durch Karminzusatz zum Wasser einen recht kräftigen Außenstrom nachweisen können. Bei *Pelomyxa* ist es wegen der der Außenschicht eingepflanzten Börstchen möglich, direkt zu beobachten, dass diese im gleichen Sinne strömt wie das umgebende Wasser.

Solche Strömungen in feinsten Lamellen werden sich, wenn man mit geeigneten Methoden darnach sucht, noch in verschiedenen Fällen nachweisen lassen. Ich glaube, dass man sehr auf sie wird achten müssen bei einer Erklärung der verschiedenen Plasmabewegungen.

Ich möchte noch darauf hinweisen, dass eine bei Rhizopoden und Heliozoen allgemein verbreitete Erscheinung, die auch sonst noch vorkommt, nämlich die Körnchenströmung in den Pseudopodien sich vielleicht ebenfalls durch solche Strömungen feinster Lamellen wird erklären lassen.

Man würde so wieder zu der älteren Auffassung dieser Erscheinung zurückkehren. Bütschli ist dagegen neuerdings der Ansicht, dass die Körnchen Eigenbewegung haben in der Weise, wie auf Wasser schwimmende Campherstückchen.

Um eine begründete eigene Ansicht in dieser Frage aussprechen zu können, fehlt mir die Anschauung. Ich habe nur selten Gelegenheit gehabt die Körnchenströmung zu beobachten. Soweit ich die Sache übersehen kann, scheint mir nur ein Punkt der von mir angenommenen Erklärung Schwierigkeiten zu machen, nämlich dass ein Körnchen von einem anderen überholt werden kann.

Es mag genügen auf diese Dinge hingewiesen zu haben.

An den Pelomyxen, die in den auf meinem Arbeitstisch stehenden Gläsern ziemlich zahlreich waren, machte ich noch folgende Beobachtung. Wie bekannt halten sich die Tiere ganz im Schlamme. Ich war daher überrascht, eines Morgens an den Wänden jedes Glases etwa 60—80 oder mehr Pelomyxen kriechen zu sehen. Als ich des Nachmittags wieder kam, waren sie fast alle wieder in den Schlamm gekrochen. Dieser Wandertrieb hielt über 8 Tage an. Ueber Nacht krochen die Tiere in die Höhe, bei Tage wieder zurück. Ich stellte dabei fest, dass eine *Pelomyxa* in 24 Stunden bis zu 20 cm, vielleicht sogar noch etwas mehr zurücklegt — eine ganz anständige Leistung für einen Rhizopoden [1]).

Es schien mir aus diesen Wanderungen zunächst sich zu ergeben, dass die Pelomyxen das Licht fliehen. Ich wurde darin noch durch folgende Beobachtung bestärkt. Nachdem die Gläser schon ziemlich lange gestanden hatten, und die Pelomyxen noch ihre regelmäßigen Spaziergänge machten, brachte ich, um die weiter und weiter schreitende Verderbnis des Wassers aufzuhalten, in jedes Glas eine Anzahl Zweige von *Elodea*, auf welche die Tiere auch zahlreich hinaufkrochen. Die Gläser standen zum Teil an einem Südfenster. Nachdem einige Tage sehr trübes Wetter geherrscht hatte, brach eines Morgens, während ich gerade die Gläser kontrollierte, die Sonne durch. Ich konnte dabei Engelmann's (l. c.) Beobachtungen über die Lichtempfindlichkeit von *Pelomyxa* sehr schön bestätigen. Nach wenigen Minuten hatten sich alle vom Licht getroffenen Tiere zusammengekugelt, hatten von der Unterlage losgelassen und sanken langsam in den Schlamm.

Die *Elodea* gedeiht in den Gläsern recht gut und das Resultat ist, dass die Pelomyxen auch des Nachts über im Schlamme bleiben.

Ich glaube den geschilderten Vorgang folgendermaßen erklären zu können. Nachdem die Gläser mit dem frisch von dem natürlichen Fundorte geholten Schlamme eine Zeit lang gestanden hatten, begann die Fäulnis in dem Schlamme eine intensivere zu werden. Der dadurch entstehende Sauerstoffmangel trieb in der Nacht die Pelomyxen der Oberfläche zu, das Tageslicht war ihnen offenbar noch unangenehmer als der geringe Sauerstoffmangel und scheuchte sie wieder in die Tiefe. Die abwechselnde Wirkung beider Faktoren veranlasste die regelmäßigen Wanderungen, die unterblieben, als durch das Einbringen von *Elodea* der Sauerstoffmangel gehoben wurde.

1) Engelmann, Pflüger's Archiv, XIX, 1879, S. 4 gibt an, dass er *Pelomyxa* in der Minute $^1/_3$—$^1/_2$ mm zurücklegen sah; das würde eine wesentlich höhere Gesamtleistung für 24 Stunden ergeben. Auf längere Zeit wird jedoch nach meinen Beobachtungen eine solche große Geschwindigkeit nicht beibehalten.

Schließlich möchte ich noch Einiges über die Arten der Pelomyxen bemerken. Als solche werden bis jetzt betrachtet — abgesehen von der neuerdings von Bourne aus Ostindien beschriebenen *P. viridis*, die bei uns noch nicht beobachtet ist — *Pelomyxa palustris* Greeff und *P. villosa* Leidy. Die letztere ist sehr leicht zu erkennen an dem Mangel der Glanzkörper und an den großen und eigentümlich gebauten Kernen. Außer dieser *P. villosa*, die ich an den hiesigen Fundorten etwas weniger häufig beobachtete, finde ich aber nebeneinander ganz konstant zwei Formen, die sich leicht unterscheiden lassen. Die erste ist ausgezeichnet durch große sofort auffallende Glanzkörper und ihr grau und ziemlich undurchsichtig erscheinendes Plasma. Dieses Aussehen des Plasmas wird bedingt durch Vakuolen von sehr wechselnder Größe, wobei kleinere überwiegen, und dann besonders durch kleine Körnchen, die in Unmasse in das Plasma eingelagert sind.

Die zweite ist durchsichtiger, weil die erwähnten Körnchen fast ganz fehlen. Ihr Plasma hat im durchfallenden Licht einen Stich ins Gelbliche. Die Vakuolen sind größer und unter einander gleichmäßiger. Die Glanzkörper sind meist nur bei sorgfältiger Untersuchung zu finden. Sie sind verhältnismäßig sehr klein und stets von einem dichten Mantel von bakterienähnlichen Stäbchen umlagert (Fig. 1. *b*). So erscheinen die Glanzkörper bei nicht sehr vorsichtiger Untersuchung einfach als Häufchen der Stäbchen. Auf Schnitten tritt das eigentliche Verhalten sehr schön hervor.

Bei der ersten Form sind Stäbchen auch vorhanden, ich sah sie aber nie einen Mantel um die großen Glanzkörper bilden, obwohl ich Dutzende der Tiere gesehen habe.

Ab und zu traf ich jedoch Tiere, die sich durch den gelblichen Ton und die Durchsichtigkeit ihres Plasmas ebenso durch die Art der Vakuolisierung deutlich als zu der zweiten Form gehörig erwiesen, die aber ziemlich große und leicht auffallende Glanzkörper hatten. Diese waren aber stets von den Stäbchen umlagert. Auch im Bau der Kerne bestehen Unterschiede. Die der ersten Form sind größer mit recht feinen der Membran anliegenden Nucleolis, die der zweiten etwas kleiner mit weniger zahlreichen und größeren Nucleolis. Dass diese Unterschiede in den Kernen ganz konstant sind, möchte ich ohne genaue darauf gerichtete Untersuchungen nicht behaupten. Die beiden Formen sind aber auch ohne das leicht auseinander zu halten.

Für den Fall, dass weitere Beobachtungen die Konstanz der hier geschilderten Unterschiede bestätigen, würde ich vorschlagen, die erste Form *Pelomyxa palustris* zu nennen, die zweite Form dürfte dann wohl passender Weise *P. Greeffi* genannt werden. Sollte sich durch eingehendere Untersuchungen herausstellen, dass die beiden Formen durch deutliche Zwischenformen verbunden

sind, also eine Art vorstellen, so würde sich die von mir unterschiedene zweite Form immer noch als sehr gute Varietät unter dem angeführten Namen halten lassen. Bemerken will ich noch, dass die oben geschilderten Börstchen bei beiden Formen vorkommen, *Pelomyxa villosa* konnte ich bis jetzt noch nicht daraufhin untersuchen.

An denselben Fundorten, von wo die Pelomyxen herstammten, habe ich auch die Mehrzahl der von Gruber[1]) beschriebenen vielkernigen Amöben beobachtet. Auch Leidy's *Dinamöba mirabilis* kam nicht selten vor. Leidy macht keine Angaben über die Kerne. Ich habe regelmäßig 2 große bläschenförmige Kerne mit ansehnlichem mehrere Vakuolen enthaltenden Nucleolus gefunden.

Recht häufig war in diesen Gewässern auch die schöne *Amöba proteus*. Ich sah wiederholt wie diese Tiere 5—10 oder mehr Exemplare von *Cyclidium glaucoma* Ehrbg. gefressen hatten. Ich konnte bald feststellen wie die Amöben dieser flinken Tiere in so großer Zahl habhaft werden. Sie liegen in etwa scheibenförmiger Gestalt fast unbeweglich da und haben nur kurze ungefähr kegelförmige, oder auch nach dem Ende zu etwas verbreiterte Pseudopodien entwickelt. Nun haben die Cyclidien eine auffallende Vorliebe dafür, zwischen die Pseudopodien hineinzukriechen und hier eine Zeit lang ruhig liegen zu bleiben. Diese Zeit reicht oft für die Amöbe gerade aus die Falle zuzumachen, indem zwei benachbarte Pseudopodien mit ihren Enden und gleichzeitig der Länge nach zusammenfließen. Dann ist das *Cyclidium* in einem Hohlraum eingeschlossen, dessen Boden vom Objektträger, dessen Wände und Decke aber von dem Protoplasma gebildet werden. Meist schießt es anfangs in seinem Kerker wild herum, um aber bald zu erlahmen, wenn es nach und nach ganz von dem Plasma umschlossen wird. Ich sah so öfter, wie ein Exemplar von *A. proteus* in etwa 10—15 Minuten 3—5 Cyclidien einfing. Auch Diatomaceen wurden auf diese Weise erbeutet.

2. Die Kernteilung bei *Polytoma uvella*.

An den Präparaten, die ich früher von Teilungszuständen von *Oxyrrhis marina* anfertigte, schien es mir, als ob eine mitotische Teilung des Kernes stattfinde. Ich gab auch eine Abbildung dessen, was ich an den Präparaten zu sehen glaubte[2]). Außerdem ist mir, was das Vorkommen von Karyokinese bei Flagellaten anlangt, nur noch die Notiz Bütschli's (*Protozoa* S. 743) bekannt, dass er bei *Euglena viridis* eine Kernspindel beobachtet habe. Wenn ich mich recht erinnere, habe ich das betreffende Präparat selbst gesehen. Ferner hat

1) Zeitschrift f. wiss. Zoologie, Bd. XLI.

2) Zeitschrift f. wiss. Zoologie, Bd. XL, Taf. II, Fig. 18, 19.

Fisch (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XLII) bei *Codosiga* offenbar eine karyokinetische Teilung gesehen und abgebildet. Im vorigen Sommer machte einer meiner Schüler, Herr Dr. Wolfgramm, der sich im Kurse mit Protozoen beschäftigte, eine Anzahl Präparate von *Polytoma uvella*, die sich in einer Heuinfusion in Menge entwickelt hatte. An diesen Präparaten, die mit Sublimat fixiert und mit Alaunkarmin gefärbt sind, also nicht zum Studium von Kernteilungen angefertigt wurden, zeigte sich sehr klar, dass die Kernteilung eine typische Karyokinese ist. Die beistehenden Figuren zeigen dies ohne weitere Erklärung. Genaueres lässt sich an den in nicht geeigneter Weise behandelten Präparaten doch nicht feststellen. Bemerken will ich, dass die Spindel sich oft von dem umgebenden feinkörnigen Plasma sehr scharf, wie durch einen hellen Zwischenraum getrennt abhebt. Wahrscheinlich bleibt auch hier wie bei den Kernen von *Euglypha*,

Fig. 2.

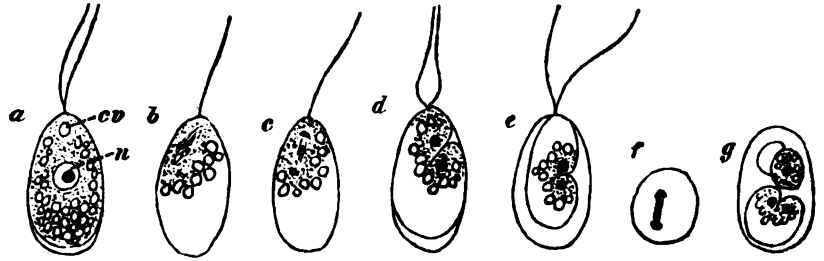


Fig. 2. *Polytoma uvella*. *a* = ein gewöhnliches Exemplar; *b* = der Kern ist nach vorne und etwas zur Seite gerückt, in einem Hofe von feinkörnigem Plasma und hat sich zur Spindel umgewandelt; *c* = weiteres Teilungsstadium; *d* = beginnende Einschnürung des Plasmas; *e* = die Teilungsebene hat sich so verschoben, dass sie senkrecht zur Längsaxe steht; *f* = ein Teilsprössling erster Generation, in dem der Kern wieder in Teilung begriffen ist; *g* = die 4 Sprösslinge zweiter Generation in der Mutterhülle.

Actinosphaerium, der Opalinen und den Mikronuclei der übrigen Infusorien die Kernmembran während der ganzen Teilung erhalten. Ferner scheint mir noch der Erwähnung wert, was übrigens auch aus den Figuren ohne weiteres ersichtlich ist, dass das feinkörnige, von Stärke freie Plasma stets da in größerer Menge sich ansammelt, wo die trennende Furche beginnt, so dass der Prozess eine gewisse Aehnlichkeit mit der inaequaten Furchung eines Eies erhält.

Neuerdings habe ich ebenso sicher die Karyokinese bei *Monas vivipara* Ehrbg. beobachtet.

Man darf aus den bis jetzt vorliegenden, allerdings noch spärlichen Beobachtungen meiner Ansicht nach doch den Schluss ziehen, dass karyokinetische Teilung der regelmäßige Prozess der Kernvermehrung bei den Flagellaten ist,

3. Entleert die kontraktile Vakuole ihre Flüssigkeit nach außen?

In der neueren Zeit sind wieder Stimmen laut geworden, dass die Flüssigkeit der kontraktilen Vakuolen nicht nach außen entleert werde. Greeff und Pénard haben wieder behauptet, dass bei der Kontraktion eine Verteilung der Flüssigkeit in das umgebende Plasma stattfinde. Dem gegenüber hat schon Bütschli[1]) hervorgehoben, dass er sich neuerdings bei *Amöba proteus* wieder davon überzeugt habe, dass wirklich eine Entleerung nach außen stattfindet. Ich kann seine Beschreibung für dasselbe Tier vollständig bestätigen und noch einige weitere Beobachtungen, die eine solche Entleerung über jeden Zweifel sicher stellen, anfügen. Ganz regelmäßig sieht man bei der Diastole, dass die Vakuole über die Körperoberfläche etwas vorragt und dass die Plasmaschicht, die sie nach außen umgibt, sehr dünn ist. Beim Eintreten der Systole stürzt das Plasma gewissermaßen in die Vakuole herein, die Flüssigkeit nach außen drängend. Stets sieht man den letzten Rest der Vakuole dicht an der Oberfläche verschwinden. Es muss also notwendig eine Eröffnung und Entleerung der Vakuole nach außen stattfinden. Ich habe eine Beobachtung gemacht, die dies direkt beweist. An einem Tier, das schon längere Zeit unter dem Deckglase lag, jedoch ohne von denselben gedrückt zu werden, dehnte sich die Vakuole allmählich auf einen sehr bedeutenden Umfang aus. Bei der ziemlich heftigen Systole trat im Augenblick des Verschwindens der Vakuole ein kleiner Plasmastrom mit Exkretkörnchen etc. an derselben Stelle aus. Gewiss ist das ein pathologisches Verhalten. Es beweist aber immerhin, dass bei der Entleerung der Vakuole eine Durchbrechung der Hautschicht stattfindet. Die Amöbe ging übrigens keineswegs zu Grunde, sondern lebte, nachdem das Deckglas entfernt war, noch lange Zeit; ich beobachtete noch etwa ungefähr 5—6 normale Entleerungen, ehe ich das Tier aus den Augen ließ.

Beobachtungen über denselben Punkt stellte ich auch bei einem Infusorium an, das einige Tage lang in den die Pelomyxen enthaltenden Gläsern nicht gerade selten war. Es ist dies ein bis jetzt meines Wissens noch nicht beschriebenes, heterotriches Infusionstier, das sich enge an *Caenomorpha* anschließt. Die allgemeine Gestalt ist wie bei *Caenomorpha*, ohne Schwanzstachel. Adorale Zone kurz aus 7 Membranellen. Der Membranellenzone parallel laufend eine ebenso kurze Zone von Wimpern. Auf der äußeren Seite des Glockenrandes eine doppelte Reihe von langen Cilien. Die bei *Caenomorpha* nach dem Vorderende zu ziehende muldenartige Einsenkung mit der Doppelzone von langen Cilien fehlt. Dagegen finden sich auf der ganzen Körperoberfläche zerstreut stehend, soviel ich sehen konnte, in Reihen an-

1) Untersuchungen über mikrosk. Schäume etc.

geordnet, lange Cilien. Das Hinterende überragend beobachtete ich öfter 4 lange Borsten. Kontraktile Vakuole dem Hinterende genähert. Im vorderen Teil 2 Kerne. Mikronucleus bis jetzt noch nicht beobachtet. Nahrung fein bis recht ansehnlich. Größe etwa wie *Caenomorpha*. Konjugation öfter gesehen. Die Tiere liegen gleichgerichtet neben einander. Genaueres nicht ermittelt. Die Tiere schwimmen rotierend und sehr viel langsamer als *Caenomorpha*.

Fig. 3.

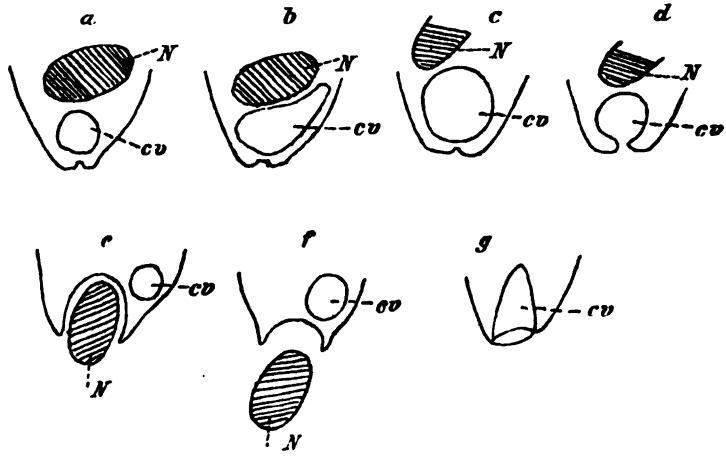


Fig. 3. Das Hinterende von *Caenomorpha Henrici* Bildung und Entleerung der kontraktilen Vakuole und Ausstoßung der Exkremente zeigend. *cv* = Kontraktile Vakuole; *N* = Nahrungsballen.

Ich halte das Fehlen des Schwanzstachels und die immerhin stark abweichende Bewimperung für genügend, um eine generische Trennung von *Caenomorpha* vorzunehmen und schlage den Gattungsnamen *Caenomorphina* vor. Die Art würde ich *C. Henrici* [1]) nennen.

Die Abbildungen Fig. 3 *a*—*g* stellen eine aufeinanderfolgende Reihe von Zuständen der kontraktilen Vakuole eines durch das Deckglas eben festgehaltenen Tieres dar. Zunächst sieht man am Hinterende ganz konstant eine kleine trichterförmige Einsenkung. Die kontraktile Vakuole wurde in dem speziellen Falle durch den großen Nahrungsballen, eine violettgefärbte *Zoogloea*, am regelmäßigen Anwachsen gehindert und nahm infolge davon die in *b* dargestellte unregelmäßige Form an. Kurz vor der Systole rundet sich die Vakuole mit einem plötzlichen Ruck unter Verdrängung der Nahrungsvakuole zur Kugel ab (*c*), wobei die sie umgebende Protoplasmaschicht sehr

1) Zu Ehren des Direktors der hiesigen landwirtschaftlichen Versuchsanstalt, Herrn Prof. Heinrich, der mir liebenswürdiger Weise unbeschränkte Jagdfreiheit in den Tümpeln seines Gartens gewährt hat.

scharf hervortritt und auch eine radiäre Strahlung zu bemerken ist. Die Systole erfolgt ziemlich langsam und man sieht dabei in voller Klarheit (*d*), wie die Vakuole ihren Inhalt durch die am Hinterende gelegene trichterförmige Einsenkung entleert. Es findet, wie in der Abbildung dargestellt, eine beträchtliche Erweiterung des Ausführganges statt.

Bei einem anderen Exemplar, das längere Zeit durch das Deckglas gedrückt war, hatte die Vakuole eine ganz excessive Größe erreicht. Die Systole verlief sehr langsam und es trat eine sehr weite Eröffnung des ausführenden Ganges ein (*g*). Die in der Abbildung dargestellte, ansehnliche trichterförmige Einsenkung am Hinterende — der Rest der kontraktilen Vakuole — verschwand allmählich und nach Zusatz von etwas frischem Wasser beobachtete ich noch mehrere normale Entleerungen. Der pathologische, lähmungsartige Zustand war also wieder ganz verschwunden. Ich habe diese Beobachtungen öfter wiederholt. Die Entleerung nach außen ist hier so klar und sicher zu beobachten, dass jeder Zweifel schwinden muss.

Was mir weiter an dem zuerst besprochenen Exemplare auffiel, war folgendes. Die große *Zoogloea*-Masse wurde nach außen entleert. Dieser Vorgang ist in Fig. 3 *e* und *f* dargestellt. Man erkennt leicht aus dem Vergleich mit den anderen Figuren, dass es ganz den Anschein hat, als ob die Einsenkung am Hinterende des Tieres gleichzeitig als After und als Ausführgang für die kontraktile Vakuole dienen würde. Genauere Feststellungen konnte ich leider aus Mangel an Material nicht machen, so wichtig dies wäre. Denn in den meisten Fällen, wo von früheren Beobachtern ein Zusammenfallen von After und Ausführgang der kontraktilen Vakuole behauptet wurde, hat sich gezeigt, dass es sich nur um ein nahes Zusammenliegen zweier getrennter Oeffnungen handelt. Ein Fall wie der besprochene, wo am Hinterende ganz deutlich nur eine Einsenkung zu beobachten ist und diese sich zur Entleerung der Faeces und der kontraktilen Vakuole erweitert, scheint mir doch sehr dafür zu sprechen, dass in diesem Falle derselbe Kanal als After und als Ausführgang der kontraktilen Vakuole dient.

Rostock, den 19. Dezember 1893.

Maßangaben in Lehrbüchern.

Von **F. Blochmann.**

Es sind mehr als zwei Dezennien verflossen, seit bei uns das metrische Maßsystem eingeführt wurde. Man kann wohl sagen, dass dasselbe allmählich dem Volke in Fleisch und Blut übergegangen ist. Wir trinken unser Bier nach Litern, aus den Kochbüchern sind allmählich auch die Lothe und Quentchen verschwunden. In den Schulen wird glücklicherweise nur das Metersystem gelehrt.

Unter solchen Umständen kann man sich nicht genug wundern, dass stets noch eine ganze Anzahl von naturwissenschaftlichen Schriftstellern sich nicht entschließen kann, in ihren Büchern die Maßangaben einheitlich nach dem Metersystem zu gestalten.

Das Resultat davon ist, was die Maßangaben betrifft, eine recht unangenehme Zwei- öfter noch Vielseitigkeit ihrer Bücher.

Vor 30 Jahren, als unsere Schuljugend noch mit einem halben Dutzend Maß- und Gewichtssysteme geplagt wurde, hätte man darin vielleicht einen gewissen Vorteil sehen können, insofern als der Student, der ein solches Buch benutzte, durch Vergleichen und Umrechnen der differenten Angaben desselben, sein auf der Schule erworbenes Wissen befestigt hätte. Für unsere heutigen Studenten passt das nicht mehr; sie hören vielleicht gelegentlich einmal, dass ihre Großmutter von einem Wispel Erbsen spricht, oder sie lesen bei der Anzeige einer Weinauktion von einem Oxhoft und verbinden damit den Begriff einer kleinen Unendlichkeit. Viel mehr wissen die Studenten nicht mehr von anderen Maßen und es ist gut so.

Darum sollte heutzutage kein Schriftsteller, am wenigsten der, welcher in erster Linie für das heranwachsende Geschlecht schreibt, so ohne weiteres voraussetzen, dass seine Leser mit einer ganzen Reihe älterer und neuerer Maßsysteme bekannt sind. Die Leute haben wirklich besseres zu thun.

Dass die Maßangaben sogar in den neuesten Büchern vielfach um ein Vierteljahrhundert zurück sind, oder was noch gewöhnlicher der Fall ist, in bunter Mischung altes und neues, fremdes und heimisches vereinigen, lässt sich nur unter Annahme eines gewissen Beharrungsvermögens verstehen.

Scherz beiseite! Wenn jemand eine Materie für einen größeren Kreis übersichtlich darstellt, so muss man von ihm verlangen, dass er auch in solchen — mancher wird vielleicht sagen, nebensächlichen — Dingen, wie Maßangaben, eine gewisse Konsequenz zeigt und diese Angaben dem Leser nicht gerade so vorsetzt, wie er sie aus den Originalabhandlungen in seine Exzerpte eingetragen hat.

Wenn die Zahlenangaben nicht ein ganz überflüssiger Ballast sein sollen, so muss System in denselben herrschen. Es dürfen nicht auf derselben Seite Angaben im englischen Fuß, französischen Fuß und Metern nebeneinander vorkommen. Die Größenangaben von Tieren z. B. sollen doch in dem Leser eine gewisse Vorstellung erwecken. Wie soll dies nun ausfallen, wenn jemand z. B. liest ein Tier ist 60 Fuß lang, dabei aber nie gesehen hat, wie lang überhaupt ein Fuß ist. Falls er sich überhaupt, was sehr fraglich ist, dazu entschließen sollte, eine solche Angabe umzurechnen, weiß er in den meisten Fällen nicht, was für ein Fuß gemeint ist.

Um das gesagte zu illustrieren und die ganze Komik dieses Ver-

fahrens zu zeigen, will ich nur wenige Stellen aus bekannten Lehrbüchern anführen, die ich mir gelegentlich angemerkt habe. Es soll damit aber den Autoren der betr. Bücher durchaus kein spezieller Vorwurf gemacht werden.

Es giebt sicher noch recht zahlreiche andere Bücher, an denen dasselbe auszusetzen ist. Ich habe sie nicht gelesen, oder, wenn es der Fall ist, habe ich mir nichts notiert.

Ebenso sind die anzuführenden Stellen nicht die einzigen in den betr. Werken; sie ließen sich leicht um Dutzende vermehren.

In dem Lehrbuche der Zoologie von R. Hertwig S. 500 werden die *Squalidae* nach Fuß gemessen, die *Rajidae* nach Metern. Die Walfische imponieren offenbar mehr bei einer Länge von 50 bis 70 Fuß, dagegen erreicht der Stoßzahn von *Monodon* die Länge von mehreren Metern.

Auf S. 237 lesen wir, dass der geschlechtsreife Bandwurm „die außerordentliche Länge von vielen Fuß oder gar Metern erreichen kann".

Auf S. 267 wird mitgeteilt, dass die tropischen Regenwürmer mehrere Fuß, *Megascelides* 2 Meter lang wird.

In dem Lehrbuche der Zoologie von Claus ist es etwa ebenso; die Bothriocephaliden werden nach Fuß gemessen, die Taenien nach Metern u. dergl. mehr; ich verzichte auf spezielle Beispiele.

Rühmenswerte Beispiele für Konsequenz in den Maßangaben sind die Lehrbücher von Ludwig, Boas und von Kennel.

Schlimmer wird die Sache aus leicht verständlichen Gründen in den Lehrbüchern der Paläontologie und Geologie.

Schlagen wir z. B. das Lehrbuch der Paläontologie von Steinmann und Döderlein auf, so werden auf S. 634 die Schildkröten in Metern gemessen, auf S. 643 die *Ichthyosauridae* in Fuß.

Auf S. 651 lesen wir:

Pteranodon Marsh mit Arten von 1—6 Meter Spannweite.

Pt. longiceps Marsh und *Pt. ingens* Marsh (22 Fuß Spannweite).

S. 660 lehrt uns, dass bei der Gattung *Megalosaurus* 2 Zoll lange Zähne vorhanden sind. Der nahverwandte *Allosaurus* zieht es vor sich in Metern zu präsentieren.

S. 665. *Triceratops horridus* . . . Schädel wenigstens 2 Meter lang . . . *Tr. flabellatus* . . Schädel 6 Fuß lang etc.

Das Lehrbuch der geologischen Formationskunde von Kayser liefert auch eine hübsche Serie von Beispielen.

S. 115 erfahren wir, dass der Millstone grit mehrere 1000 Fuß mächtig wird, über ihm liegen die stellenweise bis 10 000 Fuß mächtigen Coal-Measures, in denen die Gesamtmächtigkeit der abbauwürdigen Kohle 25 Meter beträgt und in denen viele Flötze bis 2 Meter, andere bis 7 Meter mächtig werden.

S. 121 lesen wir: „Beide Stufen zusammen werden bis gegen 20 000 Fuß mächtig und schließen etwa $3^1/_2$ Hundert Flötze mit einer Gesamtmächtigkeit von 140 Meter Steinkohle ein".

Die Mächtigkeit der Schichten in den Formationen ist merkwürdigerweise fast stets in Fuß angegeben; den Lias aber messen wir in Metern, um in der Kreide wieder zum Fuß zurückzukehren.

Dass die Schichten des Pariser Beckens in Metern gemessen werden, ist selbtverständlich; weniger selbstverständlich ist dies für das Londoner Becken. Dagegen ist ganz evident, dass sich die Laramieschichten in Nord-Amerika nur bei einer Mächtigkeit von 4000 Fuß richtig repräsentieren.

Nicht weniger in dieser Beziehung liefert ein für das große gebildete Publikum geschriebenes Buch von Koken, Die Vorwelt und ihre Entwicklungsgeschichte. Von den zahlreichen Beispielen die es dafür, wie man es nicht machen soll, bietet, mögen hier nur wenige angeführt werden.

S. 53 lesen wir: „Man bedenke dabei, dass in Basel stündlich 112 Millionen Kubikfuß, in der Seine bei Paris 14 Millionen Kubikfuß, im Ganges bei Sicligully 1800 Millionen Kubikfuß (engl.) abfließen". [In dubio also in einem Satze drei Maßeinheiten!]

„Die Elbe entzieht ihrem 880 Quadratmeilen umfassenden Quellgebiet in Böhmen bei einer 6000 Millionen cbm (!) betragenden Wassermasse jährlich 482 Millionen kgr an gelösten Stoffen, wozu $495^3/_4$ Millionen kgr Suspendiertes kommen".

„Ein anderes wichtiges Beispiel liefern die von Presterich über das Themsewasser angestellten Untersuchungen. . . . . Eine Durchschnittsberechnung ergibt, dass an Kingston täglich 1250 Millionen Gallons Wasser vorbeifließen, eine Wassermasse, der 1502 Tons (à 2400 Pfund) gelöste Substanz entsprechen, demnach im Jahre 548 230 Tons oder 658 Millionen kgr."

Ich kann gelinde Zweifel nicht unterdrücken, ob jeder gebildete Leser wissen wird, wie viel ein Gallon ist.

S. 395 finden wir im Text, dass *Brontosaurus* 60—70 Fuß lang ist, die Figurenerklärung belehrt uns, dass er 20 Meter erreicht. Auf der folgenden Seite tritt uns der 115 Fuß lange *Atlantosaurus* mit Oberschenkeln von 2 Meter Größe entgegen. Auf S. 434 messen wir Gesamtlänge und Länge der Zähne bei Squaliden nach Fuß, die Wirbel derselben aber nach Centimetern.

Auf S. 181 finden wir eine Tabelle über die Kohlenproduktion der Erde:

England 1888	169 935 219	Tonnen (engl.)
Vereinigte Staaten	126 819 406	„
Deutschland und Luxemburg	81 868 811	„ (metrisch) etc.

Weiter lesen wir: „In den vereinigten Staaten stieg die Produk-

tion von 1887 auf 1888 um 18 022 480 short tons; dabei sind die Anforderungen so gewaltig, dass Steinkohle noch immer mehr importiert als exportiert wird (1 085 647 long tons Import" etc.

Ob wohl jeder Leser sich in diesem Tonnensystem zurechtfindet?

Man vergleiche die Parallelrechnungen auf S. 193 die eine von Shaler in Fuß und Zoll, die andere von Ochsenius in Festmetern und Centimetern.

Es wirkt ordentlich wohlthuend, wenn man in anderen Büchern, die die gleiche oder ähnliche Materien behandeln, sieht, wie Maßangaben behandelt sein sollen.

Musterhaft in dieser Beziehung sind besonders Credner's Geologie, dann Zittel's Paläontologie, Neumayr's Erdgeschichte, wenn auch die beiden letztgenannten nicht ganz frei von den gerügten Mängeln sind.

Ich glaube, es war einmal notwendig, auf diese Dinge hinzuweisen. Es wird durch einen solchen Hinweis auch sicher anders werden. Was würde man z. B. zu einem Lehrbuch der Physiologie sagen, in welchem sich solche Verhältnisse nachweisen ließen? Man würde es sofort als unbrauchbar bei Seite legen. Der Leser hat das Recht zu verlangen, dass ein Buch auch in dieser Beziehung durchgearbeitet ist, und dass er nicht zu den Angaben seines Lehrbuches beständig eine Tabelle zur Umrechnung von Maßen nötig hat, die ihn vielfach noch wegen ungenauer Angabe nicht einmal zum Ziele führen wird. Der Autor weiß, woher die Zahlenangaben stammen; er hat sie zu prüfen und gleichmäßig zu redigieren.

Rostock, Januar 1894.

Ueber die Erhaltung des Gleichgewichts.

Von **Albrecht Bethe** in München.

Die Tiere müssen zur zweckmäßigen Fortbewegung eine bestimmte, wohl aber mit Willen veränderliche Lage zur Erdoberfläche einnehmen. Zur Erreichung dieser Lage dient in weitester Verbreitung von niedrigen Tieren bis zu den höchsten das Tastgefühl in Verbindung mit dem Muskelgefühl. Es ist aber klar, dass das Tastgefühl nur dann von Bedeutung für die Orientierung des Tieres sein kann, wenn der Körper einerseits sich in Luft oder Wasser bewegt, andrerseits mit der Erde oder andern festen Gegenständen (Wasseroberfläche bei *Hydrometra*) in Berührung ist. Bei den Tieren aber, welche (immer oder zeitweise) schwimmen oder fliegen, kann bei diesen Bewegungen das Tastgefühl nicht zur Orientierung dienen, weil in Luft und Wasser der Druck von allen Seiten gleich oder wenigstens annähernd gleich ist.

Es ist nun durch die vielen in der zweiten Hälfte unseres Jahrhunderts gemachten Versuche an den halbzirkelförmigen Kanälen der

Wirbeltiere und den Otolithenapparaten der Wirbeltiere und vieler wirbellosen Tiere zur größten Wahrscheinlichkeit geworden, dass diese Apparate spezifische Gleichgewichtsorgane sind. Ausführliche Litteraturangaben der diesbezüglichen Arbeiten finden sich bei Matte [Doktor-Dissertation, Ein Beitrag zur Funktion der Bogengänge des Labyrints. Halle 1892] und bei Ewald, [Physiologische Untersuchungen über das Endorgan des Nervus octavus. Wiesbaden 1892[1])].

Es gibt nun aber unter den wirbellosen Tieren eine große Anzahl, bei denen derartige Apparate nicht bekannt sind und auch schwerlich gefunden werden dürften. Unter diesen Tieren sind nun aber eine Menge vortrefflicher Flieger resp. Schwimmer, so besonders unter den Insekten und Crustaceen.

Wie erhalten nun diese Tiere das Gleichgewicht?

So fragt sich auch Delage[2]) am Schlusse seiner Arbeit über die Otocyste der Mollusken und Crustaceen: Si les otocystes sont nécessaires aux Mollusques et aux Crustacés supèrieurs pour assurer la régularité de leur locomotion, comment les autres invertébrés privés d'otocystes peuvent ils s'en passer? L'objection est sérieuse et le devient plus encore si on l'applique à des êtres doués, comme les insectes, d'une très grande vivacité d'allures.

Delage glaubt nun, dass bei diesen Tieren vor allem das Gesicht bei der Orientierung im Raum in Betracht kommt.

„Il est donc tout naturel d'admettre que chez les insectes les otocystes absents sont entièrement remplacés par la vue".

Das Gesicht hat nun wohl auch wirklich Einfluss bei der Erhaltung des Gleichgewichts (Tabetiker), aber es kann unmöglich allein zur Orientierung dienen. Es ist bekannt, dass Fledermäuse geblendet mit derselben Sicherheit fliegen wie sonst, und blinde Höhlentiere und Tiefseebewohner mit vollkommener Sicherheit Gleichgewicht halten. Schließlich habe ich mich selber an *Astacus fluviatilis*, *Narcoris cymicoides*, *Corixa carinata* (Wasserwanzen), *Acilius sulcatus*, *Ilybius uliginosus* (Wasserkäfer), *Aeschna juncea*, *Agrion elegans* (Libellen), *Pieris brassicae* und einer Phryganiden-Art, deren Augen ich mit einem undurchsichtigen Brei aus Vogelleim und Puderkohle überstrichen hatte, überzeugt, dass sie ebensogut beim Schwimmen resp. Fliegen Gleichgewicht halten wie sonst. Ich habe die Außerfunktionssetzung der Augen mittels eines absolut lichtdichten Lackes der Blendung durch Ausschneiden der Augen, wie sie Delage bei *Polybius*, *Mysis*, *Carcinus*, *Palaemon* u. s. w. anwandte, vorgezogen, weil dabei keine Gefahr vorliegt, das Gehirn zu

1) Ich werde am Ende dieses Aufsatzes auf die Funktion der Otolithenapparate zurückkommen.

2) Delage, Sur une fonction nouvelle des otocystes comme organes d'orientation locomotrice. Archives de Zoologie expérimentale et générale Serie II, Bd. V, 1887.

verletzen. *Astacus* läuft ebenso gut wie sonst, nur stößt er leicht mit dem Kopf an die Wände des Aquariums, was nicht zu verwundern ist. Auf den Rücken gelegt vermag er sich in ganz normaler Weise sowohl mit Hilfe der Beine als auch durch Schwanzschläge umzudrehen. — Wasserkäfer und Wasserwanzen verhielten sich gleichfalls ganz normal. — Die Libellen, *Pieris* und Phryganiden flogen in vollkommener Gleichgewichtslage. *Aeschna juncea* und *Pieris brassicae* machten zuerst während des Aufsteigens horizontale Kreisbewegungen, welche aber bald unterlassen wurden. Alle diese Insekten stiegen sehr hoch in die Luft, was man sonst selten sieht. *Pieris* ließ sich hin und wieder ein paar Meter fallen in der Absicht, die Erde zu erreichen, stieg aber immer wieder in die Höhe. Sie weiß augenscheinlich nicht, dass sie sich so weit von der Erde entfernt hat. Wenn die Tiere sich schließlich zur Erde herabließen, konnte man sehen, dass sie ganz geblendet waren. Während die Insekten nämlich sonst kurz vor dem Erdboden noch einige Flügelschläge machen, um möglichst sanft herabzukommen, trafen sie jetzt ganz hart auf dem Boden auf.

Wir müssen uns also bei otocystenlosen Schwimmern und Fliegern nach einer andern Art der Orientierung umsehen.

Die einfachste Orientierung in Luft und Wasser wäre die, welche durch die Verschiedenheit im spezifischen Gewicht zwischen Tier und Luft respektive Wasser gegeben ist. Durch diese Verschiedenheit hat das Tier zwei Richtungen fest, die nach oben und unten, und es könnte nun durch geeignete Bewegungen den Körper in eine bestimmte Lage z. B. die horizontale bringen. Der Beweis hierfür wäre sehr leicht zu erbringen. Es müssten sich nämlich alle auf dem Bauch schwimmenden Tiere, welche schwerer sind als Wasser, in eine Flüssigkeit gebracht, welche spezifisch schwerer ist als sie selbst, durch geeignete Bewegungen in die Rückenlage bringen, weil durch die Veränderung der Flüssigkeit für sie unten zu oben und oben zu unten geworden sein müsste. Bei Tieren von geringerem spezifischen Gewicht als Wasser müsste man zur Erreichung desselben Effekts eine Flüssigkeit anwenden, welche spezifisch noch leichter ist als die Tiere selbst. — Ich bemerke hier, dass, soweit meine Beobachtungen reichen, alle wirbellosen Schwimmer, welche Luft zum Atmen gebrauchen d. h. ihre Luft von der Oberfläche des Wassers holen, spezifisch leichter sind als Wasser mit Ausnahme der Larve von *Culex pipiens*, was wohl auf eine spezielle Anpassung zurückzuführen ist. (Die Pupa libera von *Culex pipiens* ist leichter als Wasser.) Dieses spezifische Verhältnis ist für die Luft atmenden Tiere von großer Wichtigkeit, denn wenn sie einmal durch Verbrauch des Sauerstoffs die Besinnung verlieren, so kommen sie von selbst an die Oberfläche und zwar zuerst mit dem Teil des Körpers, welcher die Luft aufnimmt (Wasserkäfer, Wasserwanzen, *Argyroneta* u. s. w.).

Die meisten von mir untersuchten wirbellosen Tiere, welche nicht Luft atmen und keine Otolithen haben, schwimmen nun zwar in der That umgekehrt als sonst, wenn sie in Flüssigkeiten gebracht werden, welche spezifisch schwerer sind als sie selbst. Diese Lage wird aber nicht durch Bewegungen erreicht, sondern ganz mechanisch, ohne Dazuthun des Tieres eingenommen. Dreht man nämlich den Versuchszylinder um, so dreht sich auch das Tier um ohne eine Bewegung zu machen, oder wenn es Bewegungen macht, so sind sie nicht geeignet die Umdrehung hervorzurufen. Es folgt daraus, dass das umgekehrte Schwimmen in spezifisch schwereren Flüssigkeiten nicht auf der postulierten Ursache beruht.

Ich benutzte als Untersuchungsflüssigkeiten verschieden starke Lösungen von Chlornatrium oder von unterschwefligsaurem Natron. Tiere, welche in solchen Lösungen umgekehrt schwimmen sind z. B. Ephemeridenlaren, Asseln, *Gamarus*, die meisten Copepoden und Daphniden. Ebenso wie von diesen Tieren die umgekehrte Lage in Salzlösungen mechanisch erhalten wird, wird von ihnen auch die normale Lage im Wasser mechanisch erhalten. Die wirbellosen Tiere, welche Luft atmen, verhalten sich in spezifisch leichteren resp. spezifisch schwereren Flüssigkeiten nicht umgekehrt; aber auch bei ihnen ebenso wie bei den fliegenden Insekten (wenigstens soweit meine Versuche reichen) wird die Gleichgewichtslage mechanisch erhalten ohne Dazuthun der Tiere. (Die beweisenden Versuche folgen weiter unten.)

Diese mechanische Erhaltung des Gleichgewichts beruht auf verschiedenen Ursachen. Bei luftatmenden Schwimmern wird sie durch die Gegenwart zweier Elemente von sehr verschiedenem spezifischen Gewicht erreicht. Bei den fliegenden Insekten beruht die mechanische Erhaltung des Gleichgewichts teilweise auch auf der Gegenwart zweier Elemente von verschiedenem spezifischen Gewicht, andernteils aber auf der Gestalt. Bei allen übrigen untersuchten Schwimmern mit wenigen Ausnahmen ist der ganze Körper von ziemlich einheitlichen spez. Gewicht und hier beruht die mechanische Erhaltung des Gleichgewichts allein auf der Gestalt des Körpers, oder anders gesagt, auf der Verteilung der Massen.

Um dies letztere zu verstehen, ist es nötig, einige physikalische Fragen kurz zu erörtern. Lässt man einen Körper im luftleeren Raum fallen, so wirkt auf ihn nur eine Kraft ein; das ist die Anziehungskraft der Erde, welche im Schwerpunkt des Körpers angreift. Der Schwerpunkt sucht der anziehenden Kraft möglichst nahe zu kommen, und der Körper dreht sich um eine durch den Mittelpunkt gehende Axe, bis der Schwerpunkt die tiefste Lage einnimmt. Diese feste Gleichgewichtslage wird beibehalten, so lange der Körper nicht am freien Fall verhindert wird.

Beim freien Fall in Luft oder Wasser oder überhaupt Widerstand

leistenden Medien wirkt außer der Anziehungskraft der Erde auch noch der Widerstand des Mediums, das heißt eine der Fallrichtung entgegenwirkende Kraft ein. (Es handelt sich vorläufig nur um Körper von einheitlichem spez. Gewicht.)

Die Anziehungskraft der Erde greift immer in demselben Punkte an; dagegen kann der Angriffspunkt des Widerstandes sehr verschieden sein je nachdem, welche Seite oder welche Seiten des Körpers dem Widerstande ausgesetzt sind. Der Körper wird sich jetzt einerseits beim Fall so zu lagern suchen, dass der Schwerpunkt die tiefstmögliche Lage einnimmt, andrerseits so, dass der Widerstand ein möglichst geringer ist. Er wird so lange hin und her schwanken bis die Resultante der Widerstände durch den Schwerpunkt geht und dann in dieser Lage weiter fallen. Den größten Widerstand werden konkave Flächen bieten, weil hier das Ablaufen der Teilchen des Widerstand leistenden Mediums am schwersten ist. Weniger groß wird aus demselben Grunde der Widerstand bei horizontalen und am geringsten bei konvexen und schrägen Flächen sein.

Zwei Fälle können eintreten beim freien Fall:

1) Es können die Schwerkraft und der Widerstand den Körper in gleichem Sinne richten.
2) Sie können ihn in verschiedenem Sinne richten.

Im gleichen Sinne wirken Schwerkraft und Widerstand z. B. bei einem Kreisbogen, einer halben Zylinderfläche, einer halben Hohlkugel (besonders bei verdicktem Pol), bei einer Kugel, an der eine Fahne befestigt ist u. s. w.

Wenn man letzteren Körper mit der Schneide der Fahne zuerst fallen lässt, so geht die Widerstandsresultante durch den Schwerpunkt. Er befindet sich aber nur im labilen Gleichgewicht, und der geringste Anstoß genügt, um ihn umzustürzen und in das stabile Gleichgewicht zu bringen, welche Lage er bis zu Ende beibehält.

Körper, bei denen Schwerkraft und Widerstand entgegengesetzt wirken, sind z. B. Kegel. Der Schwerpunkt liegt 3 Mal so weit von der Spitze entfernt wie von der Basis. Trotzdem, fällt der Kegel mit der Spitze zuerst, weil der Wiederstand, den der schräg gerichtete Kegelmantel erfährt, bedeutend geringer ist, als der Widerstand der Basis. — Ein Körper nimmt beim Fallen um so schneller die konstante Gleichgewichtslage ein, je geringer der Unterschied im spez. Gewicht zwischen dem Körper und dem Widerstand leistenden Medium ist.

Bringt man einen Körper von gleichmäßigem spez. Gewicht, der schwerer ist als Wasser, in eine Flüssigkeit die spez. schwerer ist als er selber, so wird er in der umgekehrten Lage nach oben getrieben, als er im Wasser nach unten sank. Die schwerere Flüssigkeit wirkt ebenso, als ob über der Flüssigkeit eine anziehende Kraft wäre, und die Widerstände sind genau derselben Art wie im Wasser.

Ganz anders verhält sich ein Körper, der aus zwei spezifisch sehr verschiedenen Substanzen besteht und in dem diese Substanzen nicht konzentrisch angeordnet sind. Bringt man einen solchen Körper in eine Flüssigkeit, welche spezifisch schwerer ist als er selber, so wird der Körper in derselben Lage emporgetrieben, in der er in einem leichteren Medium zu Boden fiel, nämlich so, dass die spez. schwerere Substanz die tiefere Lage einnimmt.

Es können hierbei 2 Fälle eintreten: Einmal kann die schwerere Komponente schwerer sein als die Flüssigkeit. In diesem Fall hat die leichtere Substanz Auftrieb, während die schwerere Abtrieb hat. Im andern Fall können beide Komponenten leichter sein als die angewandte Flüssigkeit, und auch jetzt wird die oben angegebene Lage eingenommen, weil die leichtere Substanz den größeren Auftrieb hat. Wenn ein Körper in einer Flüssigkeit in derselben Lage nach unten sinkt, in der er in einer spez. schwereren nach oben getrieben wird, so darf man mit Sicherheit daraus folgern, dass zwei in ihm enthaltene Substanzen von sehr verschiedenem spez. Gewicht diese Lage bedingen.

Auf Grund dieser Thatsachen, glaube ich berechtigt zu sein, die mechanische Erhaltung des Gleichgewichts bei Asseln, Ephemeriden-Larven u. s. w. auf die Gestalt dieser Tiere zurückführen zu dürfen, bei der andern Gruppe auf die Gegenwart zweier Substanzen von sehr verschiedenem spez. Gewicht. Wenn es gelingt, lebende Schwimmer durch Luftberaubung oder durch Einsetzen in spez. schwerere Flüssigkeiten zum umgekehrten Schwimmen zu veranlassen, wenn sie in dieser Lage gut schwimmen und man den Eindruck hat, dass sie wirklich unten für oben und oben für unten halten, dann ist es klar, dass sie wirklich nur durch die mechanische Erhaltung des Gleichgewichts orientiert werden. Ich gebe hier im Folgenden meine dahin zielenden Versuche nebst denjenigen, welche ich gemacht habe, um an den verschiedenen Tieren die mechanische Erhaltung des Gleichgewichts zu demonstrieren.

Dass wirklich die selbstthätige Erhaltung des Gleichgewichts für Schwimmer und Flieger sehr brauchbar ist, wird niemand leugnen. Die Tiere sind durch einseitige Bewegungen im Stande, die Lage zu ändern, kommen aber immer wieder in die Gleichgewichtslage zurück und wissen durch ihr Muskelgefühl ganz genau, in welchem Winkel sie sich bei schiefer Lage zur normalen befinden.

Versuche.

I. Luftatmende Tiere.

Wasserkäfer. Mein Versuchsmaterial bestand aus: 1) 2) zwei *Hydroporus*-Arten. 3) *Ilibius subaeneus.* 4) *Hyphydrus ovatus (ferrugineus).* 5) *Ilibius uliginosus.* 6) *Haliplus flavicollis.* 7) *Acilius sulcatus.*

Alle diese Wasserkäfer nehmen in der Ruhelage eine etwas von der Horizontalen abweichende Bauchlage ein. Das Hinterteil als der Teil, welcher die Luft aufnimmt, ist schräg nach oben gerichtet. Die Tiere sind spezifisch leichter als Wasser. Setzt man einen Wasserkäfer in einen Zylinder mit Wasser, verschließt denselben oben und dreht ihn verschiedentlich um, so nimmt das Tier von selber, ohne sein Zuthun wieder die normale Lage ein. Das Tier überlässt sich vollkommen dieser passiven Orientierung. Tötet man einen Wasserkäfer mit Chloroform oder durch schnelles Erwärmen auf 60° und wiederholt den Versuch im Zylinder mit der Leiche, so zeigt sich wie am lebenden Tier, dass immer wieder von selbst die Gleichgewichtslage eingenommen wird. In 60—70proz. Alkohol sinkt der Körper in derselben Lage, in der er im Wasser nach oben steigt. Aus dem gleichen Verhalten in spez. leichterer und spez. schwererer Flüssigkeit folgt, dass die Lage durch die Gegenwart zweier Elemente von verschiedenem spez. Gewicht bedingt ist. Das eine Element ist die Körpersubstanz, das andere die im Tier enthaltene und vorzugsweise am Rücken unter den Flügeldecken verteilte Luft.

Tötet man einen Wasserkäfer in Alkohol, so wird die Luft absorbiert, der Körper wird schwerer als Wasser und sinkt nicht mehr in der Bauchlage sondern in der Rückenlage zu Boden, so oft man auch den Zylinder umdreht. Dies beruht etwa nicht darauf, dass die Rückenseite des Tieres an sich ein höheres spez. Gewicht hat als die Bauchseite und die Beine, sondern nur auf der Massenverteilung. Wären es spez. Gewichtsverhältnisse, so würde der Leichnam in spez. schwererem Salzwasser auch die Rückenlage einnehmen. Dies ist aber nicht der Fall; es wird vielmehr die Bauchlage eingenommen.

Wir sehen also, dass nur die Verteilung der Luft die Ursache der Bauchlage ist.

Dasselbe geht aus folgendem Versuch hervor: Bringt man einen Wasserkäfer z. B. *Ilibius subaeneus* in einen kleinen Zylinder, der bis zum Rande mit Wasser gefüllt ist und drückt stark auf die Oberfläche des Wassers mittels des Handballens oder mittels einer Gummiblase, wie sie bei den kartesischen Teufelchen angewandt wird, so nimmt der Käfer nicht mehr die schräge sondern die horizontale Gleichgewichtslage ein, weil die Luft im Tier komprimiert und von der Atemöffnung aus, durch die Wasser einströmt, dem Kopf zugetrieben wird. Drückt man noch stärker, so wird die Luft noch mehr nach dem Kopf zugedrängt und noch stärker komprimiert; die Folge davon ist, dass der Kopf eine höhere Lage einnimmt als das Hinterteil, dass das spez. Gewicht vergrößert wird und das Tier zu Boden sinkt. Dabei ist das Tier doch noch über seine Lage orientiert, denn bald strebt es nach oben um frische Luft zu schöpfen.

Alle diese Resultate werden bestätigt durch Versuche mit Wachs-

modellen. Ich nahm als Vorbild für dieselben einen *Ilibius (uliginosus)*. Da Wachs leichter ist als Wasser, wandte ich als spez. leichteres Medium bei den Versuchen 70proz. Alkohol an, als spez. schwereres Wasser.

Der Körper an und für sich (ohne Beine) gleicht am ersten einem in der Längsaxe halbierten Ei. Der Schwerpunkt eines solchen Körpers liegt ungefähr auf der Mitte der Höhe also etwas weiter nach dem breiten Ende hin. Wenn dieser Körper nur durch die Schwerkraft gerichtet würde, so würde er entweder mit der flachen oder der gewölbten Seite dem Erdboden zustreben. Der Widerstand dagegen sucht den Körper so zu drehen, dass die gewölbte Fläche der anziehenden Kraft zugewandt ist. Diese Lage ist eine sehr wenig stabile, sie wird aber stabil durch die am Käfer vorhandenen Beine. Diese bewirken nicht nur eine relative Verlagerung des Schwerpunktes mehr dem Rücken zu (d. h. wenn man jetzt den Körper mit den Beinen betrachtet, so liegt der Schwerpunkt sehr viel näher dem Rücken als der äußeren Begrenzungslinie der Beine), sondern bieten auch dem Widerstand neue Angriffspunkte, um den Körper zu richten. Die Beine wirken etwa wie die Fahne an dem oben erwähnten Körper (siehe S. 99). Es sinkt also das Wachsmodell eines Käfers ebenso wie die der Luft beraubte Leiche in stabiler Rückenlage in 70proz. Alkohol zu Boden und steigt dem entsprechend in der Bauchlage in spezifisch schwererem Wasser nach oben.

Ahmt man in Wachs die spez. Verhältnisse des normalen Käfers nach, indem man am Rücken des Modells eine mit Luft gefüllte Röhre ausarbeitet, so zeigt das Modell dasselbe Verhalten wie das lebende Tier. Es steigt in Wasser in der Bauchlage nach oben und sinkt in derselben Lage in Alkohol zu Boden. (Die eingebrachte Luftmasse muss ziemlich bedeutend sein, weil beim Sinken in Alkohol der Widerstand umdrehend zu wirken sucht.) Man kann auch am Wachsmodell die Kompressionsversuche nachahmen.

Bei *Ilibius (subaeneus* u. *uliginosus)* gelingt es, durch ganz kurzes Eintauchen in starkem Alkohol die Luft zu rauben. Bei den übrigen ist längeres Eintauchen nötig, so dass die Tiere nach dieser Operation halb besinnungslos sind. Bringt man diese der luftberaubten aber lebenden Tiere in den Versuchszylinder, so sinken sie in der Rückenlage zu Boden. Diese Lage ist nicht so fest fixiert, wie die normale Bauchlage; daher schwankt das Tier bei Schwimmbewegungen auch leicht hin und her und ich glaube, dass sich aus diesem Grunde die Tiere einer anormalen Lage bewusst sind. Trotzdem scheint es mir, als wenn sie wirklich unten für oben hielten. So konnte ich z. B. wiederholt beobachten, dass die Versuchstiere beim Schütteln des Zylinders oder bei Berührung mit einem Stab in der Rückenlage nach oben schwimmen, so wie sie sonst nach dem Grunde zu flüchten. Danach

lassen sie sich wieder zu Boden fallen, wie sie sich sonst nach der Wasseroberfläche hin treiben lassen, oder unterstützen auch den Abtrieb durch Schwimmbewegungen, um schneller hin zu gelangen. Wenn sie unten anstoßen, so verhalten sie sich ganz wie normale Tiere, denen man eine Glasscheibe auf die Wasseroberfläche gelegt hat. Sie stoßen gegen die Wand, schwimmen wieder nach oben (in der Rückenlage), lassen sich wieder fallen und stoßen nun wiederholt gegen die untere Wand, als wenn sie sich gewaltsam den Weg zur Luft, die sie dort vermuten, bahnen wollten. Bringt man einen der luftberaubten Käfer in Salzwasser von entsprechend schwererem spez. Gewicht, so wird er mechanisch in der normalen Lage erhalten und benimmt sich ebenso wie früher, wo er durch seinen Luftgehalt in der Bauchlage erhalten wurde. Er streckt das Hinterteil aus dem Wasser heraus, um Luft zu schöpfen, was ihm allerdings nicht möglich ist, weil die Tracheen mit Flüssigkeit erfüllt sind, und flüchtet sich beim Berühren in die Tiefe. Erwähnen muss ich, dass einmal ein der Luft beraubter *Ilibius* vorübergehend in der Bauchlage schwamm.

Dass diese Versuche keine vollgültigen Beweise dafür sind, dass die mechanische Erhaltung die einzige Orientierung der Käfer ist, dessen bin ich mir vollkommen bewusst. Es wäre sehr gut möglich, dass die Tiere sich ihrer Rückenlage bewusst sind und es nur nicht verstehen, sich umzudrehen. Und man könnte das Flüchten in der falschen Richtung so deuten, dass beim Berühren des Tieres ganz bestimmte instinktive Bewegungen ausgelöst werden, welche den Körper bei der umgekehrten Lage in der falschen Richtung fortbewegen müssen, und ebenso könnte man es erklären, dass das Tier nach unten hin zu gelangen sucht. Ich halte die Richtigkeit dieser Auslegung nicht für wahrscheinlich. Die später folgenden Versuche an Ephemeriden-Larven, welche Tiere auch im gewöhnlichen Leben im Stande sind durch Schwerpunktsverlagerung sowohl in der Rückenlage als auch in der Bauchlage zu schwimmen, beweisen wenigstens für diese Tiere mit Sicherheit, dass sie kein Bewusstsein ihrer falschen Lage haben.

Wasserwanzen. Versuchsmaterial. I. Bauchschwimmer: 1) *Narcoris cymicoides.* 2) *Corixa carinata.* 3) *Ranatra linearis.* 4) *Nepa cinerea.* II. Rückenschwimmer: 5) *Notonecta glauca.* 6) *Ploa minutissima.*

Diese 6 Wanzenspecies sind leichter als Wasser und nehmen immer ganz mechanisch die ihnen eigentümliche Gleichgewichtslage ein, so oft man auch den Versuchszylinder, indem sie sich befinden, umdreht. Abgetötete Tiere (durch Chloroform oder Wärme) nehmen dieselbe Lage im Wasser ein wie lebendige. [*Notonecta* darf nicht durch Wärme getötet werden.] Bringt man sie in 60proz. Alkohol, so behalten sie, obwohl das Medium spez. leichter ist, beim Untersinken die normale Lage bei, so lange nicht die Luft absorbiert ist, was bei einigen sehr schnell

geschieht. Es ist also das Gleichgewicht durch die Verschiedenheit der spez. Gewichte von Luft und Körpersubstanz garantiert. *Ranatra* und *Nepa* sind ganz miserable Schwimmer. ich habe sie deshalb nicht weiter untersucht.

Bei *Notonecta* und *Ploa* ist die Luft vorzugsweise auf der Bauchseite verteilt. Raubt man ihnen die Luft, so dass sie schwerer sind als Wasser, so wird beim Untersinken wie vorher die normale Rückenlage eingenommen, weil der Schwerpunkt auch jetzt noch im Körper nahe dem Rücken liegt. In spez. schwererem Salzwasser nehmen die der Luft beraubten Tiere die Bauchlage ein.

Bei den beiden Bauchschwimmern *Narcoris* und *Corixa* sind die Verhältnisse ebenso wie bei Wasserkäfern. Der Luft beraubt sinken sie in Wasser in der Rückenlage zu Boden und werden in Salzwasser in Bauchlage emporgehoben.

Der Versuch lebende Tiere durch Luftberaubung zum umgekehrten Schwimmen zu bringen gelingt bei *Narcoris* sehr leicht. *Corixa* wird leicht durch die Luftberaubung besinnungslos und es gelang mir von 8 Tieren nur an 2 mit Glück die Operation zu vollziehen. Beide Tiere verhalten sich der Luft beraubt gleich. Besonders bei *Narcoris* hatte ich bei oft wiederholten Versuchen immer den Eindruck, dass das Tier unten für oben hält. Ich habe den Versuch an diesem Tier verschiedenen Leuten vorgeführt, welche denselben Eindruck gewannen. Das Tier schwimmt ins Wasser gebracht in der Rückenlage nach unten, um die Luft dort zu erreichen. Unten angekommen thut es sein Begehren nach Luft durch fortwährendes Gegenstoßen gegen die Wand kund. Dasselbe beobachtet man am normalen Tier, wenn man das Gefäß bedeckt. Rührt man das Tier an, so flieht es in der Rückenlage nach oben, weil es dort den Grund vermutet.

Notonecta und *Ploa* sind ebenfalls ganz leicht der Luft zu berauben. Sie schwimmen dann ganz wie sonst, nur dass sie eben schwerer sind als Wasser und Schwimmbewegungen machen müssen, um die Wasseroberfläche zu erreichen. Es wird ihnen das sehr schwer; aber bei nicht zu hohem Wasserstand gelingt es ihnen doch mit einiger Mühe. Setzt man die der Luft beraubten Tiere in Salzwasser, so nehmen sie mechanisch, wie schon oben gesagt, die Bauchlage ein. Sie selber aber glauben noch wie vordem schwerer als das umgebende Medium zu sein und in normaler Weise auf dem Rücken zu schwimmen, in Folge dessen streben sie nach unten um zur Luft zu gelangen. Dies Verhalten tritt stets mit großer Deutlichkeit und Regelmäßigkeit ein.

Gegen die Beweiskraft dieser Versuche an Wanzen könnte man dasselbe einwenden, wie bei Wasserkäfern.

Larve und Pupa libera von *Culex*. Die Larve ist spezifisch schwerer als Wasser; an der Oberfläche hält sie sich durch Adhäsion

fest. Bei Gefahr lässt sie sich sinken oder führt auch in die Tiefe führende Schläge aus.

Die Puppe ist leichter als Wasser. Bei Gefahr taucht sie mittels Schwanzschlägen unter. Beide Entwicklungsstadien verdanken ihre Lage der Gegenwart von Luft im Körper. Die Pupa libera sinkt in 70proz. Alkohol in der normalen Lage zu Boden. Ebenso wird die Larve in der normalen Lage in Salzwasser emporgehoben.

Die meiste und für die Lage ausschlaggebende Luft ist in den Stigmen enthalten, von denen die Larve eins am Hinterteil, die Pupa libera 2 an der Rückseite des Kopfes hat. Schneidet man der Larve das Stigma ab, so fällt das Tier um. Dagegen wird die Bauchlage des Körpers beibehalten, wenn man der Larve den Kopf abschneidet. Schneidet man der Pupa libera ein Stigma ab, so sinkt sie in schiefer Lage zu Boden. Schneidet man beide ab, so fällt das Tier um. Den Schwanz der Pupa libera kann man abschneiden, ohne dass dadurch die Gleichgewichtslage geändert wird.

Argyroneta aquatica. Sie schwimmt auf dem Rücken und diese Lage ist sowohl durch den Gehalt an Luft, als auch durch die Gestalt bedingt. Der Luft beraubt sinkt das Tier in der Rückenlage zu Boden und wird in Salzwasser in der Bauchlage nach oben getrieben. Das normale Tier lässt sich leicht durch Kompression des Wassers im Zylinder zum Sinken bringen.

II. Nicht Luft atmende Schwimmer und solche, welche sie direkt aus dem Wasser nehmen.

Alle schwerer als Wasser.

Hydrachna sanguinea. In spezifisch schwererer Salzlösung schwimmt sie ebenso wie in spez. leichterem Wasser auf dem Bauch. Beim Umdrehen des Gefäßes wird mechanisch immer wieder dieselbe Lage eingenommen. Die Lage im Wasser ist nicht sehr stabil. Schon eine geringe Verlagerung des Schwerpunktes etwas nach dem Rücken hin, bewirkt, dass das Tier umkippt. Eine solche Verlagerung tritt ein, wenn man das Tier unvorsichtig abtötet. Es streckt nämlich gern beim Sterben die Beine nach unten, wodurch natürlich der Schwerpunkt relativ nach dem Rücken hin verrückt wird. Durch ganz kurzes Eintauchen in Alkohol gelingt es, das Tier in der natürlichen Haltung zu töten. Es sinkt dann in derselben Lage in Wasser zu Boden, in der es in Salzwasser nach oben steigt. Aus diesem Verhalten geht hervor, dass im Tier zwei Substanzen von verschiedenem Gewicht vorhanden sind. Es sind dies ebenso wie bei den direkt luftatmenden Tieren Luft und Körpersubstanz. Lässt man nämlich das Tier längere Zeit in Alkohol, so wird die Luft absorbiert, und jetzt sinkt es in der Rückenlage zu Boden und steigt in der Bauchlage in Salzwasser empor.

Argulus foliaceus. Die horizontale Bauchlage ist gut fixiert. Sie wird beim Umdrehen des Gefäßes immer wieder von selbst eingenommen.

Trotzdem ich keinen Versuch mit *Argulus* in spez. schwererer Flüssigkeit gemacht habe, bin ich doch geneigt anzunehmen, dass die Gleichgewichtslage durch eine Verschiedenheit im spez. Gewicht bedingt ist, weil die Bauchlage des Tieres durch seine Gestalt nicht erklärt ist.

Cyclopiden. Alle mir bekannten Arten schwimmen auf dem Rücken. Diese Gleichgewichtslage wird garantiert durch die Gestalt des Tieres. Der Schwerpunkt liegt beinahe in der Mitte des Körpers etwas mehr dem Kopfe zu (also bedeutend weiter von der Begrenzungslinie der Beine entfernt als vom Rücken). Infolge dessen liegt der Kopf in der Ruhelage auch etwas tiefer. Der Widerstand wirkt in demselben Sinne wie die Schwerkraft. In spez. schwereres Salzwasser gebracht, sterben die Tiere schnell. Lebendig und tot nehmen sie in demselben die Bauchlage ein, woraus hervorgeht, dass nur die Gestalt und nicht ein Unterschied im spez. Gewicht die Lage bedingt.

Daphniden. Die Daphniden sind keine sehr eleganten Schwimmer. Sie bewegen sich langsam und schwankend vorwärts ohne feste Richtung und ohne sichere Erhaltung des Gleichgewichts. Der Grund für diese Unsicherheit der Lage ist in der Gedrungenheit des Körpers zu suchen. Der Lage des Schwerpunkts nach müssten die Tiere in der Rückenlage schwimmen. Tote Daphniden nehmen beim Sinken in Wasser auch immer diese Lage an. Ebenso die lebenden Tiere, wenn sie sich sinken lassen. In spez. schwererem Salzwasser wird immer die Bauchlage eingenommen. Von den lebenden Daphniden schwimmen diejenigen, welche mit einem Haftorgan am Rücken versehen sind, immer in der Rückenlage, während die, welche kein Haftorgan haben, häufig diese Lage verlassen, indem sie sich um eine die beiden Schalenpole verbindende Axe drehen. In Salzwasser sterben die meisten Daphniden schnell, in einem Zeitraum von 3—15 Minuten; diese Zeit genügt aber um zu konstatieren, dass sie umgekehrt schwimmen wie in gewöhnlichem Wasser.

Branchipus. Das Tier schwimmt in der Regel auf dem Rücken. Hin und wieder sieht man das Tier im Wasser einen Purzelbaum schlagen; es kehrt aber gleich darauf wieder in die Gleichgewichtslage auf dem Rücken zurück. Beim Purzelbaum krümmt sich das Tier etwas stärker und führt sehr schnelle und starke Bewegungen mit den Beinen aus, woraus, wie man sich leicht vorstellen kann, eine Kreisbewegung um eine zur Krümmungsebene des Tieres senkrechte Axe resultiert. So oft man einen Zylinder, in dem sich ein lebender oder abgetöteter *Branchipus* befindet, umdreht, immer wird mechanisch die Gleichgewichtslage auf dem Rücken eingenommen. Der Körper

an sich ohne Beine würde schon die Rückenlage einnehmen. Der Schwerpunkt liegt innerhalb der Krümmung aber näher der Mitte des Bogens als der Verbindungslinie von Kopf und Schwanz. Der Widerstand bei einem so gekrümmten Körper wirkt im selben Sinne richtend, wie die Schwerkraft. Nehmen wir noch die Beine hinzu, so wird dadurch die Wirkung beider Kräfte wesentlich verstärkt. Man kann sich also nicht wundern, wenn die Gleichgewichtslage von *Branchipus* sehr fest fixiert ist.

Asseln (*Idotea*) uud Ephemeridenlarven verhalten sich ganz gleich. Die Tiere nehmen im Leben zwei verschiedene Gleichgewichtslagen ein. Die gewöhnliche Lage beim Schwimmen und Fallen ist die Bauchlage. Häufig aber sieht man sie auch auf dem Rücken schwimmen und sich zu Boden sinken lassen. Ich bemerkte zuerst bei Asseln später auch bei Ephemeridenlaren, dass sie bei den beiden Gleichgewichtslagen zwei verschiedene Haltungen des Körpers einnehmen. Wenn sie in der Bauchlage schwimmen, so ist der Körper stark dorsal nach innen gekrümmt, wenn man so sagen darf, sie schwimmen mit hohlem Kreuz. Wenn sie dagegen auf dem Rücken schwimmen, so hat der Körper eine grade Haltung oder auch — wenigstens bei Asseln — eine gebeugte Haltung (krummer Buckel). Die Haltung ist nicht die Folge der Bauch- oder Rückenlage sondern die Ursache derselben. Es wird einfach der Schwerpunkt verlegt und dadurch die Lage geändert.

Ist der Körper ausgestreckt, so muss er in spezifisch leichterem Wasser — vorausgesetzt, dass das spez. Gewicht annähernd gleichmäßig ist —, die horizontale Rückenlage einnehmen, weil der Körper inbezug auf die Beine die größere Masse bildet, der Schwerpunkt also im Körper liegt (Fig. 1). Der Widerstand wirkt in gleichem Sinne wie die Schwerkraft.

Fig. 1.

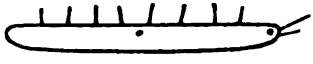


Fig. 2.

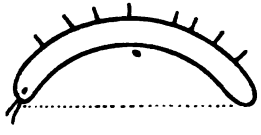
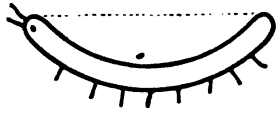


Fig. 3.



Wird jetzt der Rücken genügend hohl gemacht, so rückt der Schwerpunkt nach unten (Fig. 2), und das Tier dreht sich um, weil der Schwerpunkt in der Bauchlage (Fig. 3) der anziehenden Kraft näher ist. In dieser Haltung wird der Widerstand auf die Lage fast gar nicht richtend einwirken. Die Flüssigkeitsteilchen können zwar nicht gut zwischen den Beinen abfließen, aber dieser Widerstand wird fast ganz dadurch aufgehoben, dass die Konkavität nach unten ge-

richtet einen ebenso großen vielleicht noch größeren Widerstand leisten würde.

Ahmt man die beiden Haltungen der Assel in Wachs nach, so findet man, dass die beiden Modelle thatsächlich in der postulierten Gleichgewichtslage in 70proz. Alkohol zu Boden sinken. Dem entsprechend wird natürlich das Modell für die Rückenlage in spezifisch schwererem Wasser die Bauchlage einnehmen und das für die Bauchlage die Rückenlage.

Giebt man abgetöteten Asseln oder Ephemeriden-Larven die beschriebenen Stellungen, so zeigen sie sowohl in spez. leichteren wie in spez. schwereren Flüssigkeiten das gleiche Verhalten wie die Wachsmodelle. Das spez. Gewicht ist also thatsächlich einheitlich.

Ich brachte auch lebende Ephemeriden-Larven in Lösungen von Chlornatrium und unterschwefligsaurem Natron. Besonders letzteres wird gut vertragen. Nach 10 Minuten langem Aufenthalt zeigen die Tiere noch gar keine krankhaften Symptome. Leider wurde es versäumt entsprechende Versuche an Schwimmasseln zu machen. Die Ephemeriden-Larven nehmen im Salzwasser meist die Stellung für die Bauchlage ein, so dass sie also in dem spez. schwereren Medium in der Rückenlage schwimmen. Sie tummeln sich munter im Gefäß umher, lassen sich hin und wieder auf eine übergedeckte Glasscheibe fallen und kriechen auf derselben herum, wie sonst auf dem Boden des Gefäßes. Bald schwimmen sie wieder in der Bauchlagenstellung nach unten, nehmen auch mal die Rückenlagenstellung ein und lassen sich in der Rückenlage (vom Tier aus gerechnet, von uns aus gerechnet in der Bauchlage) nach oben treiben, kurz sie benehmen sich ganz wie im Wasser, nur dass die Begriffe von unten und oben umgekehrt sind. Hätte das Tier noch ein vom äußern Medium unabhängiges nur von der Anziehungskraft der Erde beeinflusstes Orientierungsorgan, so stände nichts dem im Wege, dass das Tier auch im spez. schwereren Medium die Bauchlage beim Schwimmen einnähme und den Boden nach unten hin suchte, weil es eben im Stande ist willkürlich über Bauch- oder Rückenlage zu entscheiden.

Gamarus pulex. Dieses Tier bewegt sich im Wasser gleich geschickt in 3 verschiedenen Lagen, auf dem Bauch auf dem Rücken und auf der Seite. Dass bei diesen Lagen verschiedene Stellungen des Körpers eingenommen werden, habe ich wohl bemerkt, konnte sie aber bei der Schnelligkeit der Bewegung und bei dem häufigen Wechsel zwischen den 3 Lagen nicht genau präzisieren. Versuche, die Lagen zu photographieren, blieben bei dem Mangel an Hilfsmitteln erfolglos. Es gelang mir am toten Tier zwei Stellungen des Körpers herauszufinden, in denen beim Untersinken in Wasser die Rückenlage resp. Seitenlage eingenommen wird (dem entsprechend nahm der Körper in diesen Stellungen in spez. schwereren Medien die umgekehrte Lage

ein, woraus die spezifische Gleichmäßigkeit des Materials hervorgeht); aber für die Bauchlage konnte ich keine — wenigstens keine natürliche — Stellung finden. Auch dahinzielende Versuche an Wachsmodellen blieben bisher ohne Erfolg. Es wäre möglich, dass die Bauchlage gar keine stabile sondern eine labile ist. Dafür spricht, dass das lebende Tier, welches in Bauchlage schwimmt, beim Umdrehen des Gefäßes keine Gegendrehung macht, sondern mit umgedreht wird und nun in der Rückenlage weiter schwimmt. Inwieweit dabei aber die Stellung des Körpers geändert wird, konnte ich nicht beobachten. Jedenfalls ist die Stellung des Körpers bei der normalen Bauch- und Rückenlage nicht die gleiche. Bei der Bauchlage ist der Körper nicht so stark gekrümmt wie bei der Rückenlage und die 3 hinteren Torakalbeinpaare sind stärker nach oben gestreckt. Bei der Seitenlage wird eine mittlere Krümmung inne gehalten und die Beine werden wie bei der Bauchlage weit nach oben gestreckt. Zwei Wachsmodelle, von denen man dem einen die bei der Bauchlage beobachtete Stellung gegeben hat, dem andern die der Seitenlage, nehmen beide im Wasser wie im Alkohol die Seitenlage ein. Man kann sich leicht vorstellen, dass dies durch die nach hinten gestreckten Beine bewirkt wird. Die für die Rückenlage beobachtete Stellung hat auch beim Wachsmodell die Rückenlage zur Folge. Von einer mechanischen Erhaltung des Gleichgewichts kann ich der Zeit also nur bei der Rücken- und bei der Seitenlage sprechen. Vielleicht werden später wiederholte Photographieversuche auch über die Bauchlage Aufschluss geben.

Versuche an lebenden Tieren in spez. schwereren Medien erklären nichts. Die Tiere krümmen sich stark zusammen, um die Kiemen zu schützen und werden infolge dessen in der Bauchlage (welche in Wasser der Rückenlage entsprechen würde) emporgehoben.

Fliegende Insekten.

Die Zahl meiner Versuche ist gegenüber den Hunderten von Versuchen, die ich an Schwimmern angestellt habe, so gering, dass ich von ihnen noch durchaus nicht allgemeine Schlüsse auf alle Insekten ziehen will. Außerdem bietet sich der Untersuchung außerordentlich große Schwierigkeiten. So lassen sich z. B. Umkehrversuche am lebenden Tier gar nicht anstellen. Außerdem steht abgesehen von der Luft kein Medium zu gebote, das spez. leichter ist als die im allgemeinen sehr viel Luft enthaltenden Insekten. Der Hauptgrund für die geringe Anzahl von Versuchen liegt aber darin, dass die warmen Herbsttage im verflossenen Jahre sehr selten und infolge dessen auch wenig fliegende Insekten zu haben waren.

Ich untersuchte *Pieris brassicae*, 3 Libellen-Arten (*Aeschna juncea*, *Diplax scotica*, *Agrion elegans*), 4 Dipteren-Arten, 3 Hummeln (*Bombus*

terrestris, *muscorum* und *lapidarius*), *Locusta viridis*, *Geotropes*, 2 Staphiliden und *Cassida*.

Ich verfuhr in der Weise, dass ich die Tiere, nachdem sie vorsichtig mit Chloroform betäubt oder getötet waren, mit verschiedenen Flügelstellungen, die ihnen natürlich sind, in großen weiten Zylindern oder frei im Raum fallen ließ. In welcher Lage ich die Tiere auch fallen ließ, immer nahmen sie während des Niederfallens die Bauchlage ein, welche bis zum Boden beibehalten wurde.

Dass hierbei die Gestalt der Tiere von großem Einfluss ist, zeigt ein Blick auf das Verhältnis zwischen Flügel und Körper. Dass aber auch bei den meisten untersuchten Tieren das Verhältnis von Luft und Körpersubstanz einen Einfluss auf die Erhaltung der Bauchlage hat, zeigt der Umstand, dass sie mit Ausnahme weniger in derselben Lage in spez. schwererem Wasser nach oben getrieben wurden, in der sie in Luft zu Boden fielen. Den Japanern muss diese physikalische Erhaltung des Gleichgewichts bei Schmetterlingen längst bekannt gewesen sein. Dies kommt in den Schmetterlingen aus Papier zum Ausdruck, welche die Japaner mittels Fächerschlägen in vollkommen natürlicher Lage umherschwirren zu lassen verstehen.

Aus dem allen geht hervor, dass die mechanische Erhaltung des Gleichgewichts eine große Rolle im Tierreich spielt, wenn sie vielleicht auch nicht bei allen untersuchten Tieren die einzige Art der Orientierung ist.

Tiere mit Otolithen-Apparaten.

Was nun die Tiere mit Otolithenapparaten oder mit Otolithenapparaten und Canales semicirculares anbetrifft, so schließe ich mich auf Grund der Litteratur und eigener Versuche der Ansicht derer an, welche diese Apparate als Gleichgewichtsorgane deuten. Ich will nicht die Versuche weitläufig beschreiben, sondern nur einige mir interessant erscheinende Punkte hervorheben.

Alle mit solchen Apparaten versehenen Tiere haben natürlich ebenso wie die bis jetzt durchgenommenen eine ganz bestimmte Gleichgewichtslage, welche durch die Gestalt oder durch ein spez. Verhältnis bedingt ist (natürlich nur beim freien Fall oder Schweben).

Setzt man einen chloroformierten Frosch in Wasser, so nimmt die Schnauze als der die Luft aufnehmende Teil die höchste Lage ein und ragt aus dem Wasser empor. Der übrige Teil des Körpers nimmt unter dem Wasser eine von der horizontalen etwa um 70° abweichende Gleichgewichtslage auf dem Bauch ein. Bringt man das Tier in irgend einer Lage unter Wasser, immer steigt es wieder in der eben beschriebenen Lage empor. Diese Lage nimmt der lebende Frosch nur bei ganz ruhiger Lage im Wasser ein. So wie er schwimmt, nimmt er eine horizontale Lage ein.

Von Fischen ist es zur genüge bekannt, dass die meisten Arten, wenn sie nicht balanciren, also wenn sie tot, chloroformiert oder der Flossen beraubt sind, die horizontale Rückenlage einnehmen. Sie erhalten sich also im normalen Zustand durch Balancieren im labilen Gleichgewicht.

Ebenso erhält sich *Mysis* im normalen Zustand im labilen Gleichgewicht. Die abgetötete *Mysis* sinkt in der Rückenlage zu Boden und wird in spez. schwererem Medium in der Bauchlage emporgehoben, was die Gleichmäßigkeit des spez. Gewichts des Tieres beweist.

Labyrintlose Frösche[1]) und Fische[2]) und otocystenlose *Mysis*[3]) schwimmen nun (abgerechnet die Schwankungen und Drehungen, welche

1) Labyrintexstirpationen an Fröschen sind hauptsächlich von Schrader, Breuer und Ewald gemacht (Schrader, Pflüger's Arch., 41, S. 75; Breuer, Pflüger's Arch., 48, S. 195; Ewald, Physiologische Untersuchungen über das Endorgan des Nervus VIII. Wiesbaden 1892). Wenn Breuer (S. 237 u. 238) schreibt, dass beiderseits operierte Tiere auf dem Rücken schwimmen, wenn man sie in der Rückenlage aufs Wasser legte, und auf dem Bauch, wenn man sie in dieser Lage ins Wasser bringt, so muss ich dem nach meinen Beobachtungen widersprechen. Auch Ewald sagt nichts der Art.

Legt man den operierten Frosch auf dem Rücken ins Wasser, so bleibt er in dieser Lage liegen, wenn er sich nicht bewegt, weil er sich im labilen Gleichgewicht befindet; sowie er aber Schwimmbewegungen macht, so dreht er sich mechanisch (gleich oder nach einigen Stößen) zur Bauchlage um. (Uebrigens werden nach Ewald und nach meinen Beobachtungen die Beine unregelmäßig ausgestoßen, während Breuer gleichzeitiges Anstoßen angibt.)

Breuer hat ferner beobachtet, dass ins Wasser gesetzte, operierte Frösche sich nach einiger Zeit zu Boden sinken ließen und hier häufig auf dem Rücken liegen geblieben sind. Ich habe den Vorgang nie beobachtet, möchte aber glauben, dass es sich dabei um sehr ermüdete Tiere gehandelt hat. Thatsache ist es (Ewald und eigne Beobachtungen), dass muntre Tiere, welche man auf den Rücken gelegt hat, sich immer umdrehen allerdings mit großer Anstrengung. Es ist auch gar kein andres Resultat zu erwarten, da ihnen ja die Orientation durch das Tastgefühl nicht fehlt. Macht man den Versuch mehrmals hintereinander mit demselben Tier, so bleibt es schließlich auf dem Rücken liegen, aber nicht, weil es nicht wüsste, wo unten und oben ist, sondern vor Erschöpfung.

2) Von Labyrintoperationen an Fischen sind nur solche am Haifisch publiziert und zwar von Steiner, Loeb und Sewall (Steiner, Sitzungsberichte der Berliner Akademie, 20. Mai 1886; Loeb, Pflüger Archiv, 49, S. 175 und Bd. 50, S. 66; Sewall, Journal of physiol., Bd. 4, p. 339).

Die meisten ihrer Operationen sind nur einseitig ausgeführt. Bei doppelseitiger Labyrintexstirpation finden sie Drehungen um die Längsaxe und Purzelbäume. Eine bestimmte Ruhelage beschreiben sie nicht. An Knochenfischen sind, so weit mir bekannt ist, keine Versuche gemacht. — Bei *Perca fluviatilis* ist es bei einiger Uebung nicht schwer das ganze Labyrint zu exstirpieren. Bei *Esox*, den ich ebenfalls untersuchte, bieten sich etwas mehr Schwierigkeiten. Jedoch ist hier die Operation einzelner Kanäle besonders des hinteren sehr leicht ausführbar. Von den Autoren werden für den Haifisch Gleich-

sich direkt nach der Operation zeigen) in der Lage, welche ihnen durch ihr spez. Verhältnis respektive ihre Gestalt gegeben ist. Nur

gewichtsstörungen beim Ausschneiden einzelner Kanäle fast ganz geleugnet. Bei *Perca* sah ich deutliche Gleichgewichtsstörungen eintreten. Ich muss aber von der genaueren Beschreibung der Versuche noch vorläufig abstehen, weil ihre Anzahl noch zu gering ist.

Bei beiderseitiger Exstirpation des ganzen Labyrints traten die von den Autoren beschriebenen Drehungen um die Longitudinalaxe und auch Purzelbäume ein. Aber schon wenige Stunden nach der Operation schwammen die Tiere fast immer in reiner Rückenlage und nur hin und wieder besonders bei schnellen durch mechanische Reize hervorgerufenen Bewegungen wurden die Drehungen um die Axe wieder aufgenommen. Ließen sich die Tiere zu Boden nieder, so drehten sie sich auf die Bauchseite, was nur beweist, dass das Gehirn oder wenigstens das Zentralorgan des Gleichgewichtssinnes unverletzt war. Auch bei verletztem Mittelhirn wird beim Schwimmen vorzugsweise die Rückenlage eingenommen; aber wenn sich solche Tiere auf den Boden niederlassen, so bleiben sie auf dem Rücken oder auf der Seite liegen und drehen sich nicht um.

3) Ueber die Funktion der Otolithenapparate bei wirbellosen Tieren sind außer der Arbeit Delages, welche die Cephalopoden und Arthropoden behandelt, nur noch zwei Arbeiten von Engelmann und Verworn vorhanden (Engelmann, Ueber die Funktion der Otolithen, Zool. Anz., 1887; Verworn, Gleichgewicht und Otolithenorgan, Pflüger's Arch., 50, S. 423). Beide Gelehrte haben Ctenophoren zu ihren Versuchen benutzt. Besonders die Versuche von Verworn haben bei ihrer großen Zahl und Exaktheit sehr viel Interesse. Er experimentierte hauptsächlich mit *Eucharis multicornis* und *Perca ovata* und hatte besonders bei letzterer sehr gute Resultate.

Dieses Tier vermag in größeren Zeiträumen sein spez. Gewicht zu verändern, so dass es einmal schwerer, ein anderes Mal leichter als Seewasser ist. Wodurch dies geschieht sagt er nicht. Vielleicht ist es auf dieselbe Weise zu erklären, auf die er selbst neuerdings das Fallen und Steigen der Radiolarien erklärt hat, nämlich dadurch, dass intracellulär reines Wasser d. h. Seewasser minus Chlornatrium aufgenommen wird. In beiden Fällen konnte er ein bestimmtes spez. Verhältnis am Tier nachweisen. Reizte er ein spezifisch leichteres und ein spez. schwereres Tier, so dass sie die Ruderplättchen einzogen, dann nahm in beiden Fällen der Körper mechanisch aber sehr langsam eine solche Gleichgewichtslage ein, dass der Sinnespol nach unten gerichtet war; es geht daraus hervor, dass der Sinnespol (vielleicht durch den Otolithen) schwerer ist als die übrige Körpersubstanz. Dieselbe Lage nimmt das Tier beim Schwimmen ein, wenn es spez. leichter ist als das umgebende Medium. Drehte er ein in dieser Lage schwimmendes Tier um, so drehte es sich in die alte Lage zurück aber nicht dadurch, dass es sich der mechanischen Umdrehung überließ, sondern durch einseitige (resp. doppelseitig entgegengesetzte) Bewegung der Ruderplättchen. Wenn das Tier jedoch schwerer ist als das Meerwasser, so schwimmt es nicht in dieser Lage, sondern umgekehrt mit dem Sinnespol nach oben, welche Lage, als labile Gleichgewichtslage, nur durch Balancieren mit den Ruderplättchen erreicht wird.

Nachdem er diese Thatsachen festgestellt hatte, setzte er bei einigen Tieren den Otolithenapparat außer Funktion, indem er bei *Eucharis* den Oto-

wenn die Tiere in der ihnen durch ihr spez. Verhältnis gegebenen Gleichgewichtslage nach der Operation schwimmen, ist erwiesen, dass wirklich die Otolithenapparate ein Gleichgewichtsorgan sind.

Es hat nach meiner Meinung nur ganz bedingte Beweiskraft, wenn Delage von der operierten *Mysis* sagt: „Mais même après que la plaie s'est cicatrisée, que les animaux se sont remis à manger et ont repris toutes les apparances d'une santé parfaite, la natation correcte et normale reste impossible". Uebrigens beschreibt er gar nicht, wie die Tiere eigentlich nach dem Verheilen der Wunde geschwommen sind. Er sagt nur, dass sie sich nach der Operation (er hat ihnen die Augen und die otocystentragenden Schwanzanhänge abgeschnitten) um ihre longitudinale Axe drehten u. s. w. Nach Delage hat das Zerstören der Otocysten allein ohne Abschneiden der Augen gar keinen Erfolg. Ich muss dem durchaus widersprechen.

Bei zwei Exemplaren von *Mysis* schnitt ich die Schwanzanhänge bis zu den Otocysten ab. Sie schwammen nach der Operation vollkommen normal; der einzige Unterschied war der, dass sie sich beim Herannahen eines Gegenstandes nicht wie sonst durch Schwanzschläge, sondern nur durch Rudern mit den Beinen flüchteten. Denselben Tieren schnitt ich nach 3 Stunden auch noch die Otocysten ab. Drei andern schnitt ich ebenfalls die ganzen Schwanzanhänge ab. 2 Exemplaren zerstörte ich die Otocysten mit Nadelstichen (auch diese machten keinen Gebrauch mehr vom Schwanz), 3 Tieren schnitt ich nur die innern die Otocysten enthaltenden Schwanzanhänge ab, 2 Exemplaren zerdrückte ich die Otocyste mit der Pinzette. Alle diese 12 Exemplare verhielten sich nach der Operation gleich. (Soweit sie noch einen Schwanz hatten, machten sie doch keinen Gebrauch davon). Gleich nach der Operation drehten sich die Tiere einige Minuten lang um die Longitudinaxe und ließen sich dann zu Boden fallen. Bald darauf erhoben sie sich wieder und schwammen nun zuerst unsicher aber bald

---

lithen mittels einer Pipette heraussog, bei *Beroe* den Sinneskörper mit einem glühenden Draht zerstörte, wobei, wie ich glaube annehmen zu dürfen, der Otolith im Tier blieb. Bei beiden Tieren waren die Bewegungen nach der Operation unkoordiniert. Sie schwammen regellos im Wasser umher und nur bei *Beroe* wurde hin und wieder vorübergehend die Gleichgewichtslage eingenommen, welche durch das spez. Verhältnis bedingt ist. Ich möchte daraus, dass dies bei *Eucharis* nicht eintrat, schließen, dass es der Otolith ist, welcher das spez. Verhältnis ausmacht. Verworn nimmt infolge dieser Versuche an, dass thatsächlich der Otolithenapparat die Gleichgewichtslage beim normalen Tier bedingt. Beweisend scheinen mir die Versuche dafür allerdings nicht zu sein, weil die Koordination der Bewegung aufgehoben ist. Trotzdem bezweifle ich nicht, dass auch bei den Ctenophoren der Otolithenapparat wirklich dem Zweck der Gleichgewichtserhaltung dient und ich bin sicher, dass die *Beroe ovata* in der ihr durch das spez. Verhältnis gegebenen Lage schwimmen würde, wenn es gelänge den Apparat außer Funktion zu setzen ohne die Koordination der Bewegungen zu stören.

immer sicherer werdend in der Rückenlage umher. Sowie sie sich aber auf dem Boden niederlassen, tritt das beim Schwimmen unthätige Tastgefühl in sein Recht, sie drehen sich um und kriechen in der Bauchlage umher. (Es wäre interessant zu wissen wie *Mysis* schwimmt, wenn sie eben gehäutet hat, wobei nach Hensen der Otolith mit abgeworfen wird.) *Mysis* kann nach Exstirpation der Otocysten zwar noch hören, aber nur unvollkommen. Wenigstens ist sie auf Geräusche hin bedeutend weniger reflexerregbar wie sonst.

Die Beobachtung Hensen's, dass *Mysis* für tiefe Töne mehr empfänglich ist als für hohe kann ich bestätigen. Ich konnte bei ruhigem, klaren Wetter große Massen von *Mysis* von der kleinen Landungsbrücke in Klampenborg bei Koppenhagen aus beobachten. Setzte ich mit einer Stange das Wasser in gelinde Bewegung so reagierten die Tiere gar nicht. Schlug ich aber mit einem Hammer gelinde an einem Brückenpfeiler, welcher einen tiefen Ton von sich gab, so wechselten die Tiere mit einem heftigen Schwanzschlag den Platz. Beim Anschlagen einer dünnen ins Wasser gestellten Latte von hohem Ton reagierten die Tiere wenig oder gar nicht. (Uebrigens sah ich auch Asseln beim Anschlagen der Pfähle sich flüchten.)

Auch *Astacus fluviatilis* ist nach dem Zerstören der Otocysten lange nicht mehr so empfindlich gegen Geräusche wie sonst. Die Gleichgewichtsstörungen bei ihm sind nicht groß aber doch wohl bemerkbar. Der Gang ist etwas schwankend; die Tiere fallen häufiger um als normale und, was das größte Symptom ist, sie vermögen es nicht sich durch Schwanzschläge umzudrehen, was sonst bei den Krebsen sehr häufig ist. Auch mit Hilfe der Beine gelingt es ihnen nur sehr schlecht sich umzudrehen, wenn sie auf dem Rücken liegen. Für die doppelte Funktion der Otocyste (Hören und Gleichgewichtsorgan) spricht, dass festsitzende oder sich langsam bewegende Tiere (viele Molusken) ausgebildete Otocysten haben.

Es spricht auch dafür, dass *Carcinus Maenas*, der bei seinem überaus stabilen Gleichgewicht eines Gleichgewichtsapparats nicht bedarf, zwar eine große mit sehr vielen und feinen Haaren ausgestattete Otocyste hat, dass in dieser Otocyste aber der Otolith fehlt, der erst im Stande ist das Organ zum Gleichgewichtsorgan zu machen. (Delage scheint das Fehlen des Otolithen bei *Carcinus*, welches Hensen besonders erwähnt, nicht bekannt gewesen zu sein. Sonst würde er wohl nicht versucht haben, das Tier durch Exstirpation der Antennulae aus seinem ruhigen Gleichgewicht zu bringen.) Die Zoëa von *Carcinus* dagegen, welche eines Gleichgewichtsorganes bedarf, hat eine wohl mit Otolithen ausgestattete Otocyste. Ich wüsste nicht wie man dies anders als im angegebenen Sinne deuten könnte.

Danach möchte ich von den beiden von Verworn vorgeschlagenen Bezeichnungen „Statolith" und „Statocyste" nur den ersteren empfehlen, weil mir die Hörfunktion des Organs ziemlich sicher erscheint.

Die systematische Stellung von *Placospongia*.

Von **R. v. Lendenfeld.**

Sollas (Challenger-*Tetractinellida* p. 271) hat für dieses, durch den Besitz von sterrastrosen Mikroscleren und ausschließlich monaxonen Megascleren charakterisierte Genus *Placospongia* die Familie *Placospongidae* errichtet, und diese mit den Geodiden zu dem Demus *Sterrastrosa* vereint den Tetractinelliden einverleibt. Gegen diese von andren Autoren gebilligte Anschauung hat sich Keller (Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. LII, S. 298) ausgesprochen und der *Placospongia* einen Platz in der Ordnung *Monactinellida*, in der Nähe der Spirastrelliden angewiesen.

Der Grund, warum Sollas die Placospongien, trotz des Fehlens tetraxoner Nadeln, zu den *Tetractinellida* stellte, war der, dass *Placospongia* ebensolche Serraster besitzt wie die Geodiden und dass außer bei den Geodiden und bei *Placospongia* nirgends solche Nadeln vorkommen. Darum musste *Placospongia* in der Nähe der Geodiden untergebracht werden und, da diese *Tetractinellida* sind, musste auch *Placospongia* eine Tetractinellide sein.

Ich habe nun eine neue Art des Genus *Placospongia* in der Adria gefunden und Gelegenheit gehabt ihre Sterraster mit jenen der Geodiden zu vergleichen. Dabei hat sich nun herausgestellt, dass ein wesentlicher Unterschied zwischen den, äußerlich, bei schwacher Vergrößerung betrachtet, recht ähnlichen Sterrastern von *Placospongia* und den Geodiden besteht. Wie in meiner (im Druck befindlichen) monographischen Darstellung der adriatischen Tetractinelliden des näheren ausgeführt ist, zeigen die Sterraster der Geodiden einen sehr deutlich strahligen Bau und es lässt sich unschwer erkennen, dass sie aus radialen mit den Seitenflächen einander anliegenden Pyramiden bestehen, deren Spitzen an der Oberfläche eines kleinen, lappigen „Kerns" liegen und deren Basen die Sterrasteroberfläche bilden. Diese Pyramidenbasen ragen beträchtlich über die Kieselkittsubstanz, welche die Pyramiden verbindet, hervor und die Ränder der Pyramidenbasenflächen sind stark gezähnt. An diese schief nach außen abstehende Zähnchen sind dann jene feinsten Fäserchen des Rindengewebes geheftet, welche die benachbarten Sterraster mit einander verbinden.

Nur an einer Stelle ist die Sterrasteroberfläche glatt: hier ist dieselbe auch grubenförmig eingesenkt: das ist der bei den Sterrastern der Geodiden nie fehlende „Nabel".

Die Sterraster meiner neuen *Placospongia* nun — ich nenne sie *P. graeffei* — sind gebogen, dick, wurstförmig und haben einen „Nabel" wie jene der Geodiden. Bei genauer Betrachtuug mit starken Systemen erkennt man, dass die Oberfläche dieser *Placospongia*-Sterraster mit stumpfen, und kurzen, radial abstehenden Stacheln bedeckt ist, deren Basen durch ein Netzwerk vorragender Leisten verbunden werden; dass sie sich also in Bezug auf das Oberflächenrelief ganz wesentlich

von den Geodiden-Sterrastern unterscheiden. Ferner sucht man im Inneren des *Placospongia*-Sterrasters vergebens nach einer strahligen Struktur der Kieselsubstanz, diese erscheint vielmehr völlig homogen und strukturlos. Statt des „Kerns" der *Geodia*-Sterraster sieht man zuweilen eine Andeutung eines Axenfadens in der Mitte der Nadel, welcher den Axenfäden andrer langgestreckter Nadeln völlig homolog zu sein scheint.

Noch auffallender als die Unterschiede zwischen den ausgebildeten Sterrastern von *Placospongia* und *Geodidia*, ist der Unterschied in der Entwicklung der beiden: die *Geodia*-Sterraster gehen aus kleinen Stechapfel-förmigen Kugeln mit sehr zahlreichen, ungemein feinen, streng konzentrischen und unter einander gleich großen Strahlen hervor; während die Jugendstadien der *Placospongia*-Sterraster gekrümmte, dornige Stäbe sind. Demnach wäre der *Geodia*-Sterraster als eine polyaxone, der *Placospongia*-Sterraster aber als eine monaxone Nadel aufzufassen.

Es besteht somit ein grundsätzlicher Unterschied zwischen den Sterrastern von *Geodia* und *Placospongia* und es scheint mir unzweifelhaft, dass die oben angeführten Unterschiede zwischen beiden der Ausdruck einer verschiedenen phylogenetischen Bildungsweise sei. Ihre oberflächliche Aehnlichkeit ist nichts andres als das Resultat einer, in solchem Falle ja hinreichend wahrscheinlichen, konvergenten Züchtung.

Ist dem aber so, dann dürfen wir nicht auf Grund des Vorhandenseins der Sterraster allein — wie dies Sollas gethan hat — *Placospongia* in die Nähe der *Geodidae* und zu den *Tetractinellida* stellen, sondern müssen uns der Anschauung Keller's anschließen und *Placospongia* der Ordnung *Monactinellida* einverleiben. Sie wird dann wohl auch, wie Keller vorschlägt, am besten in der Nähe der *Spirastrellidae* unterzubringen sein.

Czernowitz, 29. Dezember 1893.

Zoologische Miszellen.

Von Dr. **F. Werner** in Wien.

(Fortsetzung von Bd. XIII S. 88.)

VII. Die relative Darmlänge bei insekten- und pflanzenfressenden Orthopteren.

Es ist bekannt, dass von unseren Heuschrecken eine große Anzahl von Arten entweder ausschließlich oder doch zum größeren Teil sich von anderen Insekten nähren, also Raubtiere sind, die im Allgemeinen sogar wieder vorzugsweise andere Heuschrecken fressen. Man kann wohl sagen, dass der größte Teil aller unserer mittel- und südeuropäischen Locustiden von Insekten lebt und nur bei einigen Arten, wie *Troglophilus* und *Phaneroptera* konnte ich keine Sicherheit darüber gewinnen, ob sie nicht doch Pflanzenfresser sind; wahrscheinlich ist dies bei ersterer Art wirklich der Fall und obgleich das Schelmenloch nächst Vöslau, wo ich die Höhlenheuschrecke beobachtete, absolut allen

Pflanzenwuchses bar zu sein scheint, so dürfte die Nahrung des Tieres doch, wie aus dem Darminhalte hervorgeht aus Moosen und Algen bestehen, welche auf den feuchten Steine am Eingange der Höhle stellenweise einen kaum merklichen, grünen Anflug bilden. *Phaneroptera* ist aber wohl ein Raubtier.

Ich habe mir nun in diesem Jahre die Aufgabe gestellt, zu untersuchen, ob auch bei den Orthopteren die Pflanzenfresser, also die Acridier und Gryllodeen einen merklich längeren Darm besitzen, als die Fleischfresser (Locustiden und Mantiden). Ein im Frühling und Sommer zusammengebrachtes, sowohl der Arten- als Individuenzahl nach ziemlich reichliches Material setzte mich in den Stand, in diesem Herbst das vergleichende Studium der Darmlänge vorzunehmen. Als Maß für die Vergleichung nahm ich in allen Fällen die Länge des Tieres vom Kopf bis zum Ende des letzten Hinterleibsringes an und habe alle Verhältniszahlen darauf reduziert.

Das Resultat war ein gänzlich unerwartetes. Gerade die pflanzenfressenden Acridier haben einen kurzen Darm der nur in wenigen Fällen die Länge des Tieres selber überragt, indem er eine kleine S-förmige Biegung vor dem Rektalteile macht, während die Locustiden teilweise einen sehr langen und meist schneckenförmigen gerollten Darm besitzen, namentlich *Barbitistes* und *Phaneroptera*.

Bis zur Einmündung der Blindschläuche in den Darm, deren Anzahl bei Locustiden zwei, bei Acridiern vier beträgt, sind die Verhältnisse bei allen Orthopteren sehr ähnlich; Pharynx, Speiseröhre (sehr kurz und eng), Kropf (überall stark entwickelt) und Kaumagen (häufig fehlend) zeigen nicht wesentliche Verschiedenheiten. Der eigentliche Darm jedoch zeigt ganz merkliche Verschiedenheiten nicht bloß in seiner Länge, sondern auch im Fehlen oder Vorhandensein von Erweiterungen, die dem Kropf der Speiseröhre gleichen und als Chylus-Magen anzusehen sind; auf dieses Stück folgt dann häufig eine Art Einschnürung, welche Stelle die Einmündung der zahlreichen Malpighi'schen Gefäße kennzeichnet und darauf der undifferenzierte Dünndarm, dessen Ende zu einer Art Rectum erweitert sein kann.

In diesen Dingen stimmen sämtliche untersuchte Arten so ziemlich überein. Dagegen überrascht uns der Umstand, dass, ganz im Gegensatze zu der Angabe in Lang's „Lehrbuch der vergleichenden Anatomie" (Jena, 1889), II. Abt., S. 474, der Darm der Acridier von der Einmündung der Blindschläuche an entweder ganz gerade gestreckt verläuft, wie ich bei *Schistocerca*, *Psophus* und je einer algerischen *Oedipoda*- und *Pamphagus*-Art gefunden habe, oder mit einer mehr oder weniger deutlichen S-förmigen Biegung, wie dies bei *Eremobia*, *Pezotettix*, *Stetheophyma*, *Acridium aegyptium*, *Oedipoda coerulescens* u. a. der Fall ist. Als Verhältnis der Länge des Tieres zu der des Darmkanals fand ich meistens die Zahlen 1 : 1, ferner 10 : 11, 9 : 10, 7 : 6, 6 : 5, 5 : 4, letzteres wieder bei einer algerischen *Pamphagus*-Art. —

Obwohl nun auch unter den Locustiden manche Arten einen relativ kurzen Darm haben, so ist der Dünndarm bei ihnen dennoch immer nicht nur stets merklich gewunden, sondern weist auch in den meisten Fällen eine schneckenförmige Aufrollung auf, die bei *Barbitistes serricauda* und bei *Phaneroptera* am auffallendsten entwickelt ist; bei ersterer Art beträgt aber auch das Verhältnis der Körperlänge zur Darmlänge 5 : 11, bei letzterer 7 : 11; *Ephippigera* (5 : 9), *Thamnotrizon cinereus* und *apterus* (3 : 4), *Locusta* und *Decticus* mit den verhältnismäßig kürzesten Darm unter den von mir untersuchten Locustiden schließen sich hier an.

Mit den Locustiden stimmen noch Gryllodeen[1]) und Blattiden überein; bei denen das besprochene Verhältnis ungefähr 1 : 2 beträgt und der Darm ganz auffallend gerollt ist; *Mantis* dagegen besitzt zwar einen sehr hochdifferenzierten, mit zahlreichen Divertikeln ausgestatteten, Kau- und Chylusmagen besitzenden aber durchaus nicht sehr langen Darm; diese Form, bei der es allbekannt ist, dass sie räuberisch lebt, würde am ehesten von allen untersuchten Orthopteren dem normalen Verhältnissen entsprechen; ihr schließen sich noch zwei Locustiden (*Decticus* und *Locusta*) an, die gleichfalls sichere Raubtiere sind und einen relativ kurzen Darm besitzen; aber weiterhin ist die Sache gänzlich unklar: *Gryllus* ist Pflanzenfresser und besitzt einen langen Darm; aber auch die Acridier sind Pflanzenfresser und haben teilweise den kürzesten Darm, der überhaupt möglich ist, und anderseits ist der Darm mancher sicherer Locustiden-Raubtiere (*Ephippigera*, *Barbitistes*) wieder sehr lang. Man würde die Länge des Darmes bei diesen Locustiden wohl so erklären können, dass man annimmt, die Gewöhnung an animalische Nahrung sei bei ihnen erst jüngeren Datums. Wie kommt es aber dann, dass die Acridier und zwar durchgehends, einen kurzen, geraden oder wenig gekrümmten Darm besitzen, die doch so ausnahmslos Pflanzenfresser sind, dass wir annehmen können, dass die ganze Gruppe seit ihrer Abspaltung von Pflanzen gelebt habe?

Meiner Ansicht nach hängt die Länge und die dieselbe verursachende Rollung des Dünndarms mit der Nahrung überhaupt nicht zusammen, sondern wird bei den Orthopteren in ähnlicher Weise von der Körperform bestimmt, wie wir es z. B. auch bei Reptilien und Amphibien sehen. Lange, schlanke Tiere haben einen wenig gewundenen Darm (Schlangen, Blindschleiche etc.), kurze, gedrungene einen stark ge-

1) Von diesen besitzt *Gryllotalpa* einen äußerst differenzierten Darmkanal: auf einen langen engen Oesophagus, an dessen zweite Hälfte ein umfangreicher dem Saugmagen der Lepidopteren entsprechenden Anhang sich ansetzt, folgt ein Kaumagen, an dessen Hinterende sich zwei große Divertikel inserieren, darauf wieder eine erweiterte Stelle, hierauf ein kurzer Dünndarm, dann ein längeres, stark erweitertes Stück (Chylusmagen) und schließlich wieder ein Dünndarm, der in ein Rectum endigt und so wie dieses eine runzlige, gefelderte äußere Oberfläche besitzt.

wundenen, daher auch relativ längeren Darm. Nun sehen wir aber auch wirklich, dass die Locustiden und gerade die mit dem längsten Darm versehenen Formen eine kurze gedrungene Körpergestalt haben, dass auch Gryllodeen und Blattiden im Körperbau mit ihnen übereinstimmen, und dass endlich *Mantis* (andere Mantiden habe ich nicht untersuchen können) und die Acridier, welche einen wenig oder gar nicht gewundenen Darm besitzen auch ein mehr oder weniger langgestrecktes Abdomen besitzen [1]). Man ist wohl berechtigt, anzunehmen, dass der Darm in seiner morphologischen Ausbildung durch die äußere Form des Körpers beeinflusst werde und nicht umgekehrt; ebensowenig wie wir die gestreckte Gestalt der Mantiden aus der gestreckten Form des Darmkanals erklären [2]), da wir ja zwar begreifen, dass in einem langen schmalen Körper eine Zusammenballung von Eingeweiden an einer Stelle den Körper wenigstens an dieser Stelle wieder erweitern würde und dadurch die Bedeutung dieser Körpergestalt für die Fortbewegung wieder paralysieren würde, nicht aber, dass etwa der doch stets weiche und einer Zusammenschiebung oder Rollung eher fähige Darm den durch das (Haut-) Skelett etc. starr gemachten Körper gestreckt habe. Ebenso können wir uns zwar vorstellen, dass ein kurzer gedrungener Rumpf, der für die Sprung-Bewegung eine wichtige Vorbedingung ist (man denke an Frösche, Cicadinen, Flöhe, *Haltica*-Arten und Verwandte), wenn er die für die Verdauung nötige Darmlänge enthalten soll, diese in zusammengeknäueltem oder -gerolltem Zustand einschließt, nicht aber, dass der Darmkanal den Körper gleichsam zusammenzieht, der ja in allen Fällen etwas Starres, Festes ist und auch sein muss, um äußeren Einflüssen Widerstand leisten zu können.

(Schluss folgt.)

Berichte über die russische zoologische Litteratur der Jahre 1885—1889, herausgegeben von G. Koschewnikow.

I. Lieferung: Wirbeltiere. Moskau 1893.

Es ist der Zweck dieser Zeilen, die Leser dieser Zeitschrift mit einem Werke bekannt zu machen, das besondere Aufmerksamkeit ver-

1) Am besten ersieht man dies aus der Vergleichung der Bauchganglienkette. Bei den Acridiern, besonders *Schistocera* und *Pamphagus* sind die Abdominalganglien weit von einander entfernt (am längsten sind die Kommissuren zwischen dem 3. Brust- und 1. Abdominalganglion, am kürzesten die zwischen den beiden letzten Abdominalganglien) bei Locustiden (namentlich *Ephippigera* und *Barbitistes*) sind sie sehr genähert. Zwischen beiden steht *Decticus*. Auch sind die Abdominalganglien der Acridier mehr langgestreckt, kaum breiter als die beiden Kommissuren zusammen, so dass die Bauchganglienkette fast wie ein Band erscheint, bei den Locustiden sind sie rund und merklich breiter als die Kommissuren. Die Entfernung zwischen den einzelnen Abdominalganglien beträgt bei *Pamphagus* 2—8, bei *Barbitistes* $1^1/_2$—3 Mal den Durchmesser eines Ganglions.

2) Die männliche *Mantis*, deren Hinterleib noch bedeutend schmäler ist, als der des Weibchens, besitzt fast einen ganz geraden Darm.

dient. Herr G. Koschewnikow, Assistent am zoologischen Institut der Universität zu Moskau und Sekretär der zool. Abteilung der Moskauer Gesellschaft für Naturkunde, hat es unternommen, Berichte über die zoologische Litteratur Russlands herauszugeben. Es ist bekannt, dass in Russland viel auf dem Gebiet der Naturwissenschaft, insbesondere auf dem Gebiet der Zoologie und verwandter Wissenszweige, gearbeitet wird. Aber ebenso bekannt ist es auch, dass die Beschaffung der bezüglichen Litteratur und infolge dessen die Benutzung derselben für westeuropäische Gelehrte — auch wenn wir von der Sprache vollkommen absehen — mit den allergrößten Schwierigkeiten verbunden ist. Die betreffende Litteratur ist in Gesellschafts- und Gelegenheits-Schriften, in Zeitungen und in Reisewerken niedergelegt, die selten oder gar nicht ihren Weg nach Westen finden. Wir begegnen nur sehr selten deutschen oder französischen Berichten über russische Litteratur. Es ist daher das Werk des Herrn Koschewnikow als ein sehr verdienstvolles Unternehmen zu bezeichnen. Der Herr Verfasser hat damit nicht nur seinen eigenen russischen Landsleuten, sondern auch den Russisch verstehenden Gelehrten des Westens einen großen Dienst geleistet. Der Herr Verfasser meint aber auch, dass die nicht Russisch lesenden Gelehrten des Westens einen Nutzen aus seiner Arbeit ziehen werden, indem es ihnen gewiss leicht möglich sein wird, sich einzelne Stücke seiner Berichte übersetzen zu lassen.

Machen wir uns nun mit dem Inhalt der Berichte etwas bekannt.

Der Verfasser bringt in dieser ersten Lieferung Berichte über einen Teil der zoologischen Litteratur, nämlich über die Wirbeltiere, und zwar nur über die Systematik, Geographische Verbreitung und Lebensweise. — Der Bericht ist so geordnet, dass zuerst die Säugetiere, dann die Vögel, Amphibien und zuletzt die Fische behandelt werden. In jeder Klasse werden dann nach einander die bezüglichen Abhandlungen über Systematik und geographische Verbreitung, dann über einzelne Arten, über Lebensweise u. s. w. auszüglich wiedergegeben.

Der Herausgeber hat nicht allein gearbeitet, sondern sich der Mithilfe einiger anderer Gelehrten (M. A. Koschewnikowa, E. J. Kusnezowa und D. M. Rossinskij) zu erfreuen gehabt.

Bei eingehendem Studium lässt sich erkennen, dass die Verfasser keine Mühe und Arbeit gescheut haben, um aus Fachjournalen, wie aus Tagesblättern, Zeitungen, Journalen, Gesellschaftsschriften, solche Abhandlungen hervorzuführen, die auf Zoologie Beziehung haben. Leider ist weder die Zahl der durchsuchten Drucksachen noch die Zahl der auszüglich mitgeteilten Abhandlungen angegeben. Dem Werke ist ein sehr ausführliches Sach- und Autorenregister — nach dem russischen Alphabet geordnet — (S. 450—529) beigefügt. Es sind hier die Eigennamen der Autoren, die geographischen

Namen und die Tiernamen in russischer Sprache, außerdem aber noch die Tiernamen in lateinischer Sprache angeführt; die dabei stehenden Zahlen weisen auf die betreffende Seite.

Für jeden der russischen Sprache kundigen Gelehrten ist das Sach- und Namens-Register gewiss ausreichend, — für andere aber keineswegs. Wie soll jemand, der nicht Russisch versteht, die Abhandlung eines russischen Autors herausfinden? Wie soll er aus den russischen Titeln erkennen, ob der Inhalt einer Abhandlung für ihn Interesse bietet oder nicht?

Um diesen Zweck zu erfüllen und um die verdienstliche Arbeit des Herrn Verfassers auch den westeuropäischen nicht Russisch verstehenden Gelehrten nutzbar zu machen, schlagen wir folgendes vor:

Die einzelnen, ausztiglich mitgeteilten Abhandlungen sind zu nummerieren. Dem russischen Titel jeder Abhandlung ist eine deutsche oder französische Uebersetzung (am besten eine Uebersetzung in beiden Sprachen) beizufügen. In dem Titel sind die Stichworte (die Namen der Autoren und der Tiere) gesperrt zu drucken. — Außer einem Sach- und Namens-Register in russischer Sprache ist ein getrenntes Sach- und Autoren-Register in deutscher (resp. französischer) Sprache, mit Einschluss der lateinischen Species-Namen zu liefern. Die dabei stehenden Zahlen sollen sowohl die betreffende Seite, wie auch insbesondere die Nummer der betreffenden Abhandlung bezeichnen.

Der Herr Verfasser stellt weitere Berichte in Aussicht. Zunächst soll über die anatomischen Arbeiten berichtet werden. — Wenn der Herr Verfasser unsere Ratschläge zu befolgen im Stande ist, so werden auch die westeuropäischen Gelehrten seine Berichte benutzen können.

Ein Blick auf das Sachregister (oder auf das Autoren-Register) wird dann einen jeden, der den Bericht in die Hände nimmt, leicht erkennen lassen, ob er über ein ihn interessierendes Objekt etwas findet, ob ein bestimmter Autor, dessen Arbeiten bemerkenswert sind, bezügliche Beiträge geliefert hat. Findet sich eine Abhandlung über einen bestimmten Gegenstand, über eine bestimmte Frage, so wird es keine große Schwierigkeit haben, sich die betreffenden Ausztige übersetzen zu lassen. —

Indem wir dem Herausgeber Zeit und Muße zur Fortsetzung seiner Arbeit wünschen, sprechen wir die Hoffnung aus, dass er die hier angedeuteten Verbesserungen seinen Berichten zu geben im Stande sein werde.

Auf eine Wiedergabe des Inhalts der Berichte müssen wir selbstverständlich hier verzichten.

L. Stieda (Königsberg i. Pr.).

Ueber die Verteilung der Planktonorganismen innerhalb eines Sees[1]).

Von Dr. **Otto Zacharias** in Plön.

Die Geistesthätigkeit des Naturforschers wird fortwährend und unwillkürlich von theoretischen Erwägungen beeinflusst. Das empirisch gewonnene Thatsachen-Material will verknüpft sein. Man sucht sich eine Vorstellung über den inneren Zusammenhang der beobachteten Erscheinungen zu bilden und prüft die Richtigkeit einer sich darbietenden Hypothese durch deren Anwendung auf weitere Beobachtungsergebnisse, zu denen man gelangt ist.

Wenn man wahrnimmt, dass das feine Netz an jeder beliebigen Stelle eines großen Seebeckens ansehnliche Mengen jener winzigen Organismen auffischt, mit denen wir uns in den vorstehenden Kapiteln beschäftigt haben, so erweckt dies ganz unwillkürlich die Idee von einer gleichförmigen Verbreitung jener Wesen durch die gesamte Wassermasse. Wir sagen uns, dass diese limnetische Tier- und Pflanzenbevölkerung das volle Jahr hindurch „ein Spielball von Wind und Wellen" ist, dass sie an der Oberfläche des aufgeregten Seespiegels beständig hin- und hergetrieben wird, und dass auf diese Weise allgemach eine so gleichmäßige Mischung und Verteilung der Arten und Individuen zu Stande kommen muss, wie sie aus Stichproben, die wir zu verschiedenen Zeiten oder an ganz verschiedenen Stellen aus demselben See entnommen haben, hervorzugehen scheint. Nichts ist plausibler als diese Annahme einer gleichmäßigen Verteilung, zumal wenn es sich lediglich um die beschränkteren Dimensionen eines Binnensees handelt. Im ersten Jahre des Betriebes der Plöner Station bin ich von derselben gleichfalls vollständig beherrscht gewesen und nur ganz vorübergehend sind mir Zweifel an jener bestrickenden Gleichmäßigkeitstheorie aufgestiegen. Gegenwärtig aber bin ich in der Lage, thatsächliche Befunde dafür anzuführen, dass die Gleichmäßigkeit nur cum grano salis zu verstehen ist, und dass sie sich viel mehr auf die zu einer gewissen Zeit im Plankton vorhandenen Species erstreckt, als auf die Individuenzahlen, welche in den verschiedenen Regionen eines Sees große Verschiedenheiten aufweisen können.

Nahezu 1 Kilometer südlich von der Biologischen Station liegt die etwas langgestreckte Insel Alesborg. Zwischen derselben und dem gegenüberliegenden nördlichen Ufer sind bisher die gewöhnlichen (täglichen) Planktonfänge gemacht worden. Auch Dr. C. Apstein (Kiel) hat vorwiegend nur in dieser nördlichen Region des Sees gefischt, zumal sich hier eine Stelle von 44 m Tiefe vorfindet, welche zur Ausführung von vertikalen Fängen gut geeignet ist. Nun entdeckte ich aber gelegentlich, dass die Verteilung des Plankton diesseits und jenseits der genannten Insel eine sehr verschiedene sein kann, obgleich die Tiefenverhältnisse hüben und drüben nicht erheblich differieren.

Besonders interessant in dieser Beziehung sind die Ergebnisse vom verflossenen Oktober. Oberflächen- sowohl wie Tiefenfänge ergaben am 2. Oktober diesseits von Alesborg in allen Präparaten eine riesige Menge von *Mallomonas*, var. *producta*, viele Ceratien, Kruster (*Cyclops*, *Eurytemora*, *Bosmina*) und Rädertiere (*Polyarthra*, *Anuraea cochlearis*, *Conochilus*, *Asplanchna*).

Hinter der Insel aber lieferten die in der nämlichen Weise ausgeführten

1) Aus dem soeben erschienenen II. Jahresbericht der Biol. Station zu Plön (Verlag von R. Friedländer & Sohn in Berlin) vom Herrn Verf. mitgeteilt. Vergl. auch den Artikel des Herrn Dr. R. H. Francé in Budapest. Biol. Centralbl., Bd. XIV, Nr. 2. Die Redaktion.

Fänge nur vereinzelte Exemplare von *Mallomonas*, dagegen weit mehr Ceratien und Kruster, sowie große Mengen von *Asplanchna helvetica*. Die übrigen Rädertiere erwiesen sich als etwa gleich oft in beiden Seeteilen vorkommend. Am folgenden Tage (3. Oktober) verhielt sich die Sache genau ebenso; nur wurden jenseits der Insel auch mehrere Exemplare von *Mastigocerca capucina* und *Bipalpus vesiculosus* erbeutet, die in den diesseitigen Fängen nicht enthalten waren. Am 5. Oktober war es ziemlich windig; aber die Verteilungsverhältnisse zeigten keine erhebliche Aenderung. Zwei Tage später (7. Oktober) waren die Mallomonaden auch jenseits der Insel etwas zahlreicher; besonders auffällig an Zahl erschienen aber die Kruster (*Eurytemora*, *Diaptomus*, Bosminen). Ceratien hingegen wurden gar nicht beobachtet.

Vor der Insel zeigten die Mallomonaden am nämlichen Tage eine erstaunliche Dichtigkeit des Vorkommens. Dazwischen fanden sich Ceratien, aber nicht zahlreich. Nur die Krebse waren häufig, aber nicht so massenhaft als hinter der Insel.

Außerdem führe ich noch den merkwürdigen Fall vom 20. September an, wo ich weder in den Horizontal- noch in den Vertikalfängen Exemplare von *Mallomonas* antraf, obgleich dieselben Tags vorher (19.) in größter Menge zu finden waren und sogleich auch wieder am folgenden Tage (21.). Ueberhaupt erstreckte sich die massenhafte Anwesenheit von *Mallomonas* im großen Plöner See über einen Zeitraum von 70 Tagen.

Eine noch größere Ungleichförmigkeit in der Verteilung als *Mallomonas* und die anderen genannten Tierformen zeigte die limnetische Alge *Gloiotrichia echinulata*. Wenn dieselbe auch, wie sich leicht feststellen ließ, durch den ganzen See in unzähligen Kolonien verbreitet war und überall an der Oberfläche flottierend gefunden werden konnte, so musste man trotz alledem ihre Verbreitung als eine sehr ungleichmäßige bezeichnen, da sie sich an manchen Stellen in Gestalt von ziemlich breiten und sehr ausgedehnten (10—12 m langen) Streifen angeordnet hatte, innerhalb deren sie eine weit größere Dichtigkeit des Vorkommens besaß, als an anderen Punkten der Wasseroberfläche. Von einer der Gleichförmigkeitstheorie entsprechenden Verteilung konnte also auch in diesem Falle nicht die Rede sein. Aehnliche Beobachtungen habe ich im Sommer 1892 bei *Cladrocystis aeruginosa* (einer anderen planktonischen Alge) gemacht, die damals während mehrerer Wochen massenhaft im großen Plöner See auftrat.

Solche Beobachtungen verbieten es uns, von einer gleichmäßigen Verteilung des Plankton in dem Sinne zu sprechen, als ob die Vertreter der einzelnen Species, welche zu einer bestimmten Jahreszeit die limnetische Flora und Fauna zusammensetzen, unter jedem Quadratmeter Oberfläche (bei gleicher Höhe der Wassersäule) in annähernd derselben Anzahl vorfindlich seien. Meine Erfahrungen zeigen mindestens, dass es starke Ausnahmen von der theoretisch supponierten Regelmäßigkeit gibt, welche nicht ignoriert werden dürfen. Einzelne Ausnahmen sind auch bereits von den Anhängern der Hensen'schen Zählmethode gelten gelassen worden (vergl. Apstein, Quantitative Planktonstudien im Süßwasser, 1892). Indessen soll dadurch die Anwendung jener Methode keine Beeinträchtigung erfahren. Dem gegenüber möchte ich aber doch geltend machen, dass zu Beginn des Monats Oktober ein Fang mit dem Vertikalnetz diesseits der Insel Alesborg bei derselben Wassertiefe ein ganz anderes Zählresultat ergeben haben würde, als jenseits derselben, insofern er weit mehr Exemplare von *Mallomonas* und *Ceratium*, dagegen weniger von *Asplanchna* und *Diaptomus* hätte ergeben müssen, als eine hinter dem kleinen

Eilande gemachte Stichprobe. Hätte man nun, ohne durch eine genaue Voruntersuchung orientiert zu sein, den Fang mit dem Hensen'schen Netz nur vor der Insel Alesborg gemacht und hinterdrein auf Gewissenhafteste unter dem Mikroskop durchgezählt, so würde man offenbar dahin gekommen sein, dem großen Plöner See viel mehr Mallomonaden und Ceratien, dagegen aber weit weniger Exemplare von *Asplanchna* und *Diaptomus* ins Zählprotokoll zu schreiben, als er wirklich zu jener Jahreszeit besaß. Vor solchen Irrtümern schützt die Methode nicht, sondern es muss, um sie nur überhaupt richtig anwenden zu können, schon eine anderweitige Exploration des Sees voraufgehen, welche Auskunft über die zu der betreffenden Jahreszeit möglicher Weise bestehenden Zusammenschaarungen von Organismen gibt, die man gegenwärtig gern vollständig in Abrede stellen und für nicht inbetracht kommende Ausnahmen erklären möchte.

Indessen soll nach den Versicherungen der Schüler Hensen's ein Irrtum durch einen Vergleich der Stichproben unter sich vollkommen ausgeschlossen werden, insofern etwaige Ungleichmäßigkeiten in der Verteilung auf diese Art sehr bald deutlich zu Tage treten müssten. So argumentiert man wenigstens, um die Exaktheit der Methode von vornherein gegen etwaige Anfechtungen zu decken. Aber was wollen denn Stichproben, welche mit einem Netzchen von 100 qcm Oeffnung gemacht werden, einem Seespiegel gegenüber besagen, welcher — wie der des hiesigen Wasserbeckens — über 30 Quadratkilometer Fläche besitzt? Wie leicht ist es da wohl möglich, dass der quantitativ fischende Zoolog (der nur aller 2—3 Wochen den See besucht und meistenteils an den nämlichen Stellen seine Vertikalfänge macht) — wie leicht ist es da möglich, sage ich, dass er niemals von einer Zusammenschaarung Kenntnis erhält, weil eine solche an den betreffenden Stellen überhaupt nicht stattfindet, oder weil sie zufällig in der Zwischenzeit stattgefunden hat, wo keine Fänge gemacht wurden. Bei einer solchen Sachlage kann einen auch die exakteste Untersuchungsmethode vor folgenschweren Irrtümern nicht bewahren.

Wenn Vertikalfänge etwas zur sicheren Ermittelung der Verteilung des Plankton beitragen sollen, so müssen dieselben gleichzeitig in viel größerer Anzahl und an viel zahlreicheren Punkten im Bezirke eines großen Sees ausgeführt werden, als dies bisher geschehen ist. Für die Fläche des großen Plöner Sees würden wohl 30 gleichzeitige Fänge kaum hinreichen, um dieser Aufgabe gerecht zu werden, denn bei dieser Anzahl käme doch nur eine einzige Stichprobe auf den Quadratkilometer. Auch müssten die Ermittelungen nicht aller 2—3 Wochen, sondern innerhalb ebenso vieler Tage wiederholt werden, um auf Grund der so erlangten quantitativen Befunde etwas Positives über die Verteilung der limnetischen Organismenwelt aussagen zu können. So lange eine derartige umfassende Durchforschung größerer Seen nicht stattgefunden hat und so lange der theoretisch bloß vorausgesetzten Gleichmäßigkeit Thatsachen gegenüberstehen, wie die oben gemeldeten, so lange ist Niemand befugt, zu behaupten: das Plankton sei wesentlich gleichförmig durch das Wasser verbreitet. Mindestens reicht die bis jetzt zur Anwendung gelangte Methodik nicht aus, eine solche Behauptung zu begründen. Ob es sich freilich so verhält, wie Imhof (vergl. Die Zusammensetzung der pelagischen Fauna, Biol. Centralbl., Bd. XII, 1892) dies neuerdings ausgesprochen hat, bedarf auch noch näherer Bestätigung. Der genannte Autor sagt nämlich: „Das Factum, dass viele Protozoen in kaum zählbaren Schaaren das pelagische Gebiet der Seen bevölkern, ist noch dahin zu ergänzen: dass die Färbung des Wassers durch die Anwesenheit unzähliger Individuen, welche dichte

Schwärme bilden, sehr oft bedingt wird. Die Arten, die in dieser Hinsicht besonders hervortreten, sind namentlich: unter den Heliozoen *Acanthocystis viridis*, die Dinobryoniden, die Ceratien und einige der übrigen Dinoflagellaten".

Bevor ich auf die Frage der „Schwärme" zu sprechen komme, teile ich eine Thatsache mit, welche ich im August des vorigen Jahres (1892) beobachtet habe. Das Datum habe ich mir nicht notiert.

Ich sah damals die Präparate einiger Vertikalfänge durch und fand in manchen derselben 2—3 Exemplare von *Eurytemora lacustris*, in andern jedoch keinen einzigen Vertreter dieser leicht kenntlichen Copepoden-Species. Hiernach hätte der auf quantitative Ergebnisse ausgehende Planktolog zweifellos zu der Ansicht kommen müssen, dass *Eurytemora* zu jener Zeit des Augustmonats nicht besonders häufig im See sein könne. Er würde „unter dem Quadratmeter Oberfläche" sicher auch mit Hilfe des Zählmikroskops keinen größeren Bestand an diesen Krustern zu entdecken vermocht haben, als durch den bloßen Ueberblick einiger Dutzend frischer Präparate. Nun verglich ich hiermit den fast gleichzeitig in der nämlichen Region gemachten Horizontalfang. Die nach derselben Methode hergestellten Uebersichtspräparate ergaben sofort eine sehr große Anzahl von *Eurytemora*, so dass der Kontrast frappant war. Jedes Präparat enthielt etwa 6—8 Exemplare von diesem Copepoden.

Hieraus kann ohne Weiteres auf eine stärkere Ansammlung der *Eurytemora* in den oberflächlichen Wasserschichten geschlossen werden; außerdem pflegen aber diese relativ großen, rasch schwimmenden Kruster ansehnliche Strecken im ruhigen Wasser zurückzulegen, so dass die Entfernung, in der die einzelnen Individuen räumlich bei einander zu finden sind, eine größere sein muss, als bei solchen Organismen, die keiner aktiven Bewegung fähig sind und die auch schon infolge ihrer natürlichen Massenhaftigkeit dichter zusammengedrängt auftreten. Von letzteren wird natürlich das Vertikalnetz (mit 100 qcm Oeffnung) unverhältnismäßig mehr fangen müssen, 1) weil diese Organismen nicht zu fliehen vermögen[1]), und 2) weil hier der Fall niemals vorkommen kann, dass das Netz (wie bei den in größeren Abständen von einander schwimmenden Eurytemoren) mehr zwischen ihnen hindurchgeht, als dass sie davon in entsprechender Anzahl erbeutet werden. Hierzu kommt noch die hauptsächlich horizontale Richtung, in der sich die nahe an der Oberfläche aufhaltenden (aktiven) Schwimmer fortzubewegen trachten. Ein Fang, der in dieser Rich-

1) V. Hensen sagt an einer Stelle seiner Streitschrift „Die Plankton-Expedition und Häckel's Darwinismus" (S. 29) wörtlich: „Alle solche Formen, die vor dem Netze fliehen und denen es also glücken wird, dem Fange mehr oder weniger zu entgehen, können auf meine Weise nicht der Untersuchung ihrer Frequenz unterworfen werden". In dieser Lage befindet sich nun aber der Süßwasserplanktolog auch den größeren Spaltfußkrebsen gegenüber, ohne dass bis jetzt Jemand eine Kritik an den quantitativen Angaben geübt hat, welche inbetreff verschiedener Binnenseen (namentlich von C. Apstein) gemacht worden sind. Das Fliehen der Copepoden ist ein Faktor, der ganz besonders bei der Anwendung kleiner Netze inbetracht gezogen werden muss. Trotzdem darf man aber diese Krebse nicht vom Limnoplankton ausschließen, weil sie einen vorwiegenden Bestandteil desselben ausmachen. Auf der anderen Seite gehören sie aber sicher zu denjenigen Formen, die „dem Fange mehr oder weniger entgehen", besonders wenn die Netzöffnung bloß etwa 100 Quadratcentimeter beträgt. Dass übrigens auch mit solchen Netzchen noch ziemlich viel Copepoden erbeutet werden können, leugne ich keineswegs. Ich stelle nur in Abrede, dass das Fangergebnis in diesen Fällen einen exakten Rückschluss auf die wirkliche (!) Anzahl der Individuen gestattet, die sich jeweilen in der durchfischten Wassersäule befunden haben. Nur hiergegen wende ich mich, d. h. lediglich gegen die vermeintliche „Exaktheit" der Methode.

tung ausgeführt wird, muss darum ein zutreffenderes Bild von der vorhandenen Individuenzahl geben, als der vertikale, der jene Schwimmrichtung im rechten Winkel durchschneidet. Denn natürlich werden die Schwimmer bei Annäherung des Netzes nach allen Richtungen hin weggedrängt, ausgenommen nach der, von welcher das Netz kommt. Auch dieser Umstand muss dazu beitragen, dass Tiere, welche überhaupt nicht allzu massenhaft im Plankton vorkommen, in unverhältnismäßig kleinerer Anzahl durch Vertikalfänge als durch horizontale erbeutet werden, was selbstredend der Exaktheit der Methode vielen Abbruch thut.

Im Hinblick auf die qualitative Erforschung eines Sees kann ich daher der Vertikalfischerei nur in Verbindung mit der horizontalen Wert beimessen, weil nur durch diese kombinierte Fangweise Alles bekannt werden kann, was in einem See an pflanzlichen und animalischen Planktonorganismen vorhanden ist.

Dass dichtere Ansammlungen von Vertretern einzelner Species thatsächlich stattfinden, habe ich durch meine Oktoberbeobachtungen außer jeden Zweifel gestellt. Die Zusammenscharung zeigte sich hier im vollen Bereiche eines Quadratkilometers; erst darüber hinaus änderten sich die Verhältnisse. Freilich sind auch in diesem Falle die einzelnen Mallomonaden in beträchtlichen Abständen von einander zu denken, der mehrere tausend Mal ihre Körperlänge übertrifft, aber trotzdem waren sie diesseits Alesborg damals näher beisammen und folglich in demselben Wasserquantum zahlreicher anwesend, als jenseits dieser Insel. Es lässt sich darüber streiten, ob man eine derartige Verdichtung der Individuen einen „Schwarm“ nennen darf und ob Imhof diese Bezeichnung auf ähnliche Zusammenrottungen, wie ich sie kürzlich beobachtet habe, in der oben zitierten Abhandlung bezogen wissen will. Auf das Wort kommt schließlich wenig an, wenn nur festgehalten wird, dass damit ein Faktum hervorgehoben werden soll, welches mit der Theorie von der gleichmäßigen Verteilung des Plankton nicht harmoniert. Und daran ist es mir gelegen, die zeit- und stellenweise vorhandene Ungleichheit in der numerischen Verbreitung der limnetischen Organismen festzustellen.

Trotzalledem ist nicht in Abrede zu stellen, dass es keine andere Methode als die der Hensen'schen Vertikalfänge gibt, welche eine quantitative Bestimmung der in einer gegebenen Wassersäule enthaltenen Organismen in absoluten Zahlen gestattet. Denn trotz der oben dargelegten Mangelhaftigkeit der vertikalen Netzzüge, vermögen diese doch ganz allein das Material für die Auswertung bestimmter Wassermengen (hinsichtlich ihres Planktongehalts) zu liefern. Deshalb ist meine Kritik nicht so zu verstehen, als ob ich diese Methode überhaupt befehdete oder ihr die wissenschaftliche Bedeutung abspräche. So etwas liegt mir sehr ferne. Aber wogegen ich mich mit aller Entschiedenheit wenden muss, ist die allmählich immer mehr hervortretende Ansicht, dass man ausschließlich nur mit Hilfe des Vertikalnetzes und des Zählmikroskops alle Rätsel der Hydrobiologie lösen könne. Hiermit verfällt man in dieselbe Einseitigkeit, wie seinerzeit gewisse Statistiker, die mit ihren Zahlentabellen jedes Problem des menschlichen Daseins ergründen zu können meinten, worüber wir allerdings nun glücklich wieder hinaus sind.

Dr. Franz Schütt, ein entschiedener Verfechter der Hensen'schen Prinzipien, hat folgenden Ausspruch gethan[1]), der von den Planktologen seiner Richtung mehr als bisher beherzigt werden sollte. Er sagt: „Durch Auswertung des Vertikalfanges kann man Auskunft erhalten über Qualität und Massenverhältnisse dessen, was an der betreffenden Stelle im Meere vorhanden war,

1) F. Schütt, Analytische Planktonstudien, 1892, S. 12.

soweit es mit Hilfe der Methodik zu fangen ist". Ich habe die letzten Worte gesperrt drucken lassen, weil sie wichtig sind und zeigen, dass Schütt sich der Grenzen, welche jener Methode gezogen sind, bewusst bleibt. Was nicht mit Hilfe von sporadischen Vertikalfängen zu erkunden ist (und hierzu gehören, wie ich gezeigt habe, auch die Verbreitungsverhältnisse gewisser Planktonspecies) kann nach Hensen's Methode vorderhand nicht festgestellt werden. Nicht einmal für einen großen Landsee (geschweige denn für den ganzen Ozean!) scheint die Methode bei ihrer gegenwärtigen Handhabung schon das zu leisten, was man prinzipiell von ihr verlangen könnte, nämlich den sicheren Nachweis der gleichförmigen Planktonverteilung. Die Zähl-Methode in ihrer Anwendung auf das Meer einer Kritik zu unterwerfen, überlasse ich denen, welche eigene Erfahrungen in der marinen Biologie besitzen [1]). Inbezug auf die Verhältnisse aber, die in Binnenseen herrschend sind, gestatte ich mir auszusprechen, dass hier die Vertikalfischerei nur dann einigermaßen sichere Resultate verspricht, wenn sie mit größeren Netzen (als bisher) betrieben und vor Allem gleichzeitig in den verschiedensten Regionen des Sees ausgeübt wird. Eben weil wir zur Zeit noch nicht genau wissen, ob eine solche durchgängige Gleichheit in der Verteilung wie sie in der Theorie angenommen wird — in unseren großen Landseen die Regel ist: eben darum müssen die Stichproben, um entscheidende Ergebnisse herbei zu führen, viel dichter (und natürlich auch möglichst zur nämlichen Zeit) gemacht werden. Dies ist aber bis jetzt noch in keinem größeren Wasserbecken geschehen, weil es — wie jeder sieht — nicht bloß umständlich und zeitraubend ist, sondern auch die vereinten Kräfte einer größeren Anzahl von Forschern benötigt. So lange daher die Hensen'sche Methode noch nicht in der angedeuteten Weise (und zwar mindestens ein volles Jahr hindurch) auf einen großen Binnensee angewandt worden ist: so lange bleibt die Frage darnach, ob sich im Plankton nur ausnahmsweise dichtere Anhäufungen („Schwärme") bilden und durchgängige Gleichförmigkeit in der Verteilung die Regel ist, offen. Ich bin durch die Erfahrungen, welche ich oben mitgeteilt habe, sehr skeptisch geworden. Denn damals handelte es sich um eine ganz notorische und leicht zu konstatierende Ansammlung mehrerer Species, welche viele Wochen lang andauerte, so dass dadurch — falls zu dieser Zeit Jemand quantitativ vor der Insel Alesborg gefischt hätte — der Rückschluss aus den hier gemachten Fängen für die übrigen Teile des großen Plöner Sees gar keine Giltigkeit gehabt hätte. Und wer kann sagen, wie viele Male derartige Anhäufungen (bei Anwendung der Hensen'schen Methode) schon ahnungslos durchfischt worden sind, und wie oft das was sie an Material ergaben, zu Berechnungen weitgehendster Art benutzt worden sein mag? Die Forderung, dass bei zweifelhafter Gleichmäßigkeit der Planktonverteilung die Stichproben in nicht allzugroßer Entfernung von einander genommen werden sollen, wird von Schütt wiederholt gestellt und betont. Aber was heisst hier „nahe" und was „ferne"? Hätte man zu Beginn des Oktober in dem Seeteile vor Alesborg (ohne die Grenzen der großen Zusammenscharung zu kennen) zwei Stichproben in 150—200 Meter Entfernung von einander gemacht, so würde das Zählresultat jedenfalls nahezu gleich gewesen sein, weil der Schwarm sich fast über einen Quadratkilometer Fläche erstreckte. Hätte man aber die eine Probe in 800—900 Meter Entfernung westlich von der andern geschöpft, so würde der Unterschied in der Verteilung zu jener Zeit alsbald deutlich zu Tage getreten sein. Hieraus ergibt sich die sehr zu beherzigende Lehre, dass Stichproben auch zu nahe bei ein-

1) Vergl. E. Häckel, Plankton-Studien. 1890.

ander gemacht werden können, um beweiskräftig in der Frage nach der Verteilung zu sein.

Derartige Momente nun, welche bei Ausführung der Vertikalfänge stets beachtet sein wollen, sind für die Binnenseen noch gar nicht berücksichtigt worden. Erst durch die hiesige Biologische Station und die dadurch ermöglichte tägliche Kontrolle der zunächst liegenden Seeteile werden solche Ungleichmäßigkeiten in der Verteilung gelegentlich bekannt und können dann nach ihrem spezifischen Charakter, ihrer Ausdehnung und ihrer Zeitdauer genauer studiert werden. Durch Exkursionen, welche im Turnus von höchstens 2—3 Wochen behufs Vornahme von quantitativen Forschungen unternommen werden, können schwerlich Verteilungs-Anomalien zur Feststellung gelangen. Darum ist auch in den Abhandlungen von C. Apstein so gut wie niemals davon die Rede, und wenn dieser Autor sich ja einmal mit den „Schwärmen" beschäftigen muss (vergl. Biolog. Centralbl., Bd. XII, S. 492), so erklärt er sie als „auf Täuschung beruhend" oder für Ansammlungen, „welche die Anwendung der Hensen'schen Methode durchaus nicht beeinträchtigen". Indessen gibt Apstein auf Grund seiner Zählungen von *Diaptomus* selbst zu, dass derselbe eine „größere Abweichung" in der Gleichmäßigkeit des Vorkommens zeige und sich in kleineren Ansammlungen zu halten scheine. Als plausibeln Grund dafür nennt er die geschlechtliche Fortpflanzung. Gleichzeitig setzt er aber wörtlich hinzu: „Dann ist es nur wunderbar, dass *Cyclops* sich nicht auch zusammenschart, da für ihn die gleichen Verhältnisse maßgebend sind". Allerdings ist dies wunderbar, und für die Mallomonaden, die sich überhaupt nicht geschlechtlich fortpflanzen, ist es noch viel wunderbarer, dass sie gelegentlich Schwärme bilden. Aber müssen wir denn für jede Thatsache, welche wir feststellen, nun gleich auch die richtige Erklärung finden? Genügt es nicht einstweilen, dass wir unsere Pflicht erfüllen, indem wir gewissenhaft beobachten?

Ich habe hiermit keine erschöpfende Kritik an der Behauptung üben wollen, dass das A und O der Hydrobiologie in der Anwendung der Zählmethode gelegen sei. Nur auf einige Mängel in der gegenwärtigen Praxis dieser Methode und auf die mehrfach zu Tage getretene Ueberschätzung derselben habe ich hinzuweisen mir erlaubt. Dass man auch ohne Zählmikroskop und ohne quantitative Auswertung der Fänge (im Sinne Hensen's) doch auch mancherlei Neues und Wichtiges entdecken kann, hoffe ich mehrfach gezeigt zu haben. Ich betreibe im Verein mit meinen Mitarbeitern in der hiesigen Forschungsstation vorwiegend qualitative Planktonstudien, welche ebenso berechtigt und für den Fortschritt unserer Wissenschaft notwendig sind, als die quantitativen. Hat doch Dr. F. Schütt, der den letzteren mit großer Entschiedenheit das Wort redet, auch die ersteren warm verteidigt, indem er darüber sagt: „Wir verdanken diesen qualitativen Studien reiche und wichtige Kenntnisse über den Bau und die Entwicklungsgeschichte der Planktonorganismen"[1]). Nach diesem Zugeständnisse können also beide Richtungen der Forschung in Eintracht neben einander bestehen, ohne sich zu befehden, vorausgesetzt, dass der wissenschaftliche Gesichtspunkt bei Ausübung der Kritik von beiden Seiten respektiert wird. Bei mir ist der aufrichtige Wunsch vorhanden, nach diesem Grundsatze zu verfahren und ich hoffe zuversichtlich, dass auch Andere die Interessen der Wissenschaft höher stellen werden, als ihre persönlichen Sympathien und Antipathien.

1) Analytische Planktonstudien, 1892, S. 13.

Verlag von Eduard Besold (Arthur Georgi) in Leipzig. — Druck der kgl. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik — Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIV. Band. 15. Februar 1894. **Nr. 4.**

Inhalt: **Keller**, Fortschritte auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie und -biologie. — **Braem**, Ueber die Knospung bei mehrschichtigen Tieren, insbesondere bei Hydroiden. — **Schaudinn**, Die Fortpflanzung der Foraminiferen und eine neue Art der Kernvermehrung. — **Werner**, Zoologische Miszellen (Fortsetzung). — **Hansemann**, Studien über die Spezifizität, den Altruismus und die Anaplasie der Zellen, mit besonderer Berücksichtigung der Geschwülste.

Fortschritte auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie und -biologie.

Von Dr. **Robert Keller.**

Dem nachfolgenden Referate, welches gegenüber den frühern dadurch etwas erweitert ist, dass auch die Pflanzenbiologie größere Berücksichtigung fand, liegen folgende Publikationen zu Grunde.

I. Bau und Leben der Zelle.

E. Crato, Morphologische und mikrochemische Untersuchungen über die Physoden. Botanische Zeitung, 51. Jahrgang, 1893, S. 157—195.

C. von Nägeli, Ueber oligodynamische Erscheinungen in lebenden Zellen in: Neue Denkschrift der allgemeinen schweiz. Gesellschaft für die gesamten Naturwissenschaften, Bd. XXXIII, 1893, S. 1—51.

P. Sonntag, Die Beziehungen zwischen Verholzung, Festigkeit und Elastizität vegetabilischer Zellwände. Landwirtschaftl. Jahrbücher, S. 839—869, 1892.

1) E. Crato's morphologische und mikrochemische Untersuchungen über die Physoden sind ein neuer Beitrag zu der umfangreichen in ihren Ergebnissen nicht selten noch divergierenden Litteratur über den Bau der Zelle. Unter Physoden versteht Crato „bläschenartige Gebilde, welche sich in den Lamellen (bezw. Fäden) des Plasmagerüstes der Zelle befinden und dadurch die äußerst zartwandigen Lamellen lokal mehr oder weniger auftreiben". Von den übrigen Zellbestandteilen unterscheiden sie sich durch stärkeres Lichtbrechungsvermögen, ferner durch ein eigenes Bewegungsvermögen, das

ihnen gestattet sich innerhalb der Plasmalamellen zu verschieben. Ihr Inhalt, ein flüssiges Substanzgemenge, kann amöboide Formveränderungen ausführen.

Diese kleinen, beweglichen Zellenorgane sind am deutlichsten bei den braunen Algen zu erkennen. In großer Zahl liegen sie um den Kern. „Bei stattfindenden Zellteilungen in dem parenchymatischen Gewebe von *Fucus* sind die meisten Physoden und Chromatophoren zunächst dicht um den Zellkern gelagert und nach Teilung derselben bekommt jeder der beiden neuen Zellkerne seinen Anteil an Physoden und Chromatophoren mit, worauf dann diese beiden traubenförmigen, im Lamellensystem hängenden Klumpen (d. h. Zellkern mit den dicht um ihn gelagerten Physoden und Chromatophoren) in die beiden Pole, der inzwischen verlängerten Zelle wandern. Hierauf wird die Zelle durch einen Teil der Plasmalamellen, indem sich dieselben in eine Ebene ordnen, in 2 Zellen geteilt. Innerhalb dieser zarten Plasmawand findet dann die Absonderung der Zellmembran statt".

In jeder Zelle finden wir also von Anfang an eine Anzahl Physoden. Bezüglich ihrer Größe sind nicht unerhebliche Unterschiede, indem ihr Durchmesser $^1/_5$ μ bis 6 μ betragen kann.

In den langgestreckten Zellen der braunen Algen, die als Hyphenzellen bezeichnet werden, zeigen die Physoden lebhaftere Bewegungen. Gleich als ob kleine amöbenartige Wesen umherkriechen würden, durchwandern sie das Lamellensystem des Plasmagerüstes um von Zeit zu Zeit den Kern aufzusuchen.

Des Verf. Vorstellungen von der physiologischen Bedeutung der Physoden hängt aufs innigste mit seinen Anschauungen vom Aufbau der Zelle zusammen. Es liegt ihr ein zartes Lamellensystem zu Grunde. Seine schaumförmige Anordnung führt zur Bildung von Kammern, die bei verschiedenen Pflanzenarten von sehr ungleicher Weite sind. Die „edleren Organe" des Elementar-Organismus, wie Zellkern, Chromatophoren und Physoden sind den Lamellen eingelagert. Der Inhalt der Kammern, die sog. Kammerflüssigkeit, besteht aus einer klaren, wässerigen Flüssigkeit. Sie umfasst den Zellsaft und das sog. Enchylema. „Während die Flüssigkeit der einzelnen Kammern, besonders bei ruhendem Lamellensysteme, immer von denselben Lamellen begrenzt bleibt und nie mit anderen Lamellen derselben Zelle in Berührung kommt, sind die Physoden die Organe, welche, in allen Lamellen umhergleitend, auf die denkbar günstigste Weise den chemischen Austausch und den Transport wichtiger Baustoffe übernehmen. Von ganz hervorragendem Interesse erscheint mir dabei der Umstand, dass in den Physoden . . . . immer die am leichtesten oxydierbaren Stoffe der Zelle enthalten sind". Von diesem ernährungsphysiologischen Standpunkte aus sind auch die periodischen Wanderungen vom Kern zur Peripherie der Zelle und wieder zum Kern zurück verständlich.

Die Beobachtungen an Zellen des Vegetationspunktes von *Fucus* zeigen, dass zwischen der Entwicklung des Lamellensystemes und Physodeninhaltes eine bestimmte Wechselbeziehung besteht. „So waren in den Zellen mit noch wenig Plasmalamellen eine große Zahl von Physoden enthalten, während in den Zellen mit dem dichten, schon fibrillär aussehenden Lamellensysteme sich ganz erheblich weniger und zugleich kleinere Physoden befanden". Ganz analoge Verhältnisse sind bei der Anlage der Oogonien zu beobachten. Sie geht mit einem sehr starken Verbrauch von Physodeninhalt Hand in Hand. Während des Wachstums der Oogonien findet dann wieder eine reichliche Vermehrung der Chromatophoren nnd Physoden statt. „Die lebhafte Teilung der Chromatophoren, welche dabei oft nur um die eine Hälfte des Zellkerns gruppiert sind, geht der Physodenvermehrung etwas voraus. Jedoch sind schon, bevor sich der Kern zu teilen beginnt, eine beträchtliche Anzahl jetzt lebhaft hin- und hergleitender Physoden wieder vorhanden, so dass nach der Teilung des Oogoniums jedes junge Ei einen beträchtlichen Teil des Physodeninhaltes (plastischen Baustoff) mitbekommt".

Diese Erscheinungen sind nicht auf *Fucus* allein beschränkt. Auch andere Fucoiden wie z. B. *Chaetopteris*, *Sphacelaria*-Arten u. s. f. zeigen ein ähnliches Verhalten. Wo das lebhafteste Wachstum stattfindet, sind die lebhaftesten Bewegungen der Physoden zu beobachten. „Bei der Zellkernteilung wandern die Physoden fast sämtlich . . . in unmittelbare Nähe des Zellkernes. Wenn dann nach erfolgter Kernteilung die Mutterzelle zunächst durch eine Plasmalamelle in 2 Hälften geteilt ist, so wandert ein Teil der Physoden nach der erwähnten Lamelle und führt anscheinend die zur Zellwandbildung nötigen Stoffe hin".

Die Physoden wies Verf. auch bei andern Algen (Diatomeen, Cyanophyceen etc.) nach. Sie fehlen auch den Phanerogamen nicht, wo sie nach Crato „den bei weitem größten Teil der bisher als Mikrosomen bezeichneten Gebilde ausmachen".

Im 2. Teile seiner zitierten Abhandlung wendet sich Crato der Untersuchung der chemischen Natur der in den Physoden der braunen Algen enthaltenen Stoffmengen zu. Es liegt nicht in der Aufgabe dieser Referate auf die sehr einlässlichen mikrochemischen Reaktionen einzutreten, die Verf. zur Erschließung der chemischen Natur des Physodeninhaltes ausführte.

Ein erstes Ergebnis besteht darin, dass der Inhalt der Physoden verschiedener Arten wohl aus ähnlichen, nicht aber aus absolut identischen Stoffen besteht.

Die Reaktionen weisen darauf hin, dass der Inhalt der Physoden aus phenolartigen Körpern gebildet wird. Vor allem wurde stets Phloroglucin aufgefunden. Weder die Physoden, noch die Lamellen, in welche sie eingebettet sind, zeigen die gewöhnlichen Eiweißreaktionen. —

2) Lösliche Stoffe üben auf die Zelle stets, sei es in geringer, sei es in größerer Konzentration einen schädigenden Einfluss, der schließlich tötlich wirkt, aus. Diese durch chemisch-giftige Einwirkung erfolgte Abtötung ist eine dem natürlichen Absterben der Zelle völlig parallele Erscheinung. Es besteht nun aber auch die Möglichkeit eine Abtötung der Zellen dadurch hervorzurufen, dass diese der Einwirkung minimster Mengen gewisser Substanzen ausgesetzt sind. Diese Art des Tötens unterscheidet sich von der chemisch-giftigen nicht etwa dadurch, dass sie deren Aktion in sehr verlangsamtem Tempo wiederholte. Sie kann vielmehr, wie wir später sehen werden, sehr rasch, schon nach wenigen Minuten, den Tod der Zelle bewirken. Die Veränderungen aber, die sie in der sterbenden Zelle hervorruft, sind durchaus anderer Art als jene, die die natürlich sterbende Zelle zeigt, oder die sich infolge chemisch-giftiger Einwirkung vollziehen. Diese besondere Wirkungsweise minimer Stoffmengen gewisser löslicher Körper, bezeichnet Nägeli als oligodynamische Erscheinungen.

Für Kulturen von Spirogyren war reines Wasser und zwar sowohl destilliertes als auch Brunnenwasser unter gewissen Bedingungen todbringend, während sog. unreines Wasser, wie Fluss-, See- und Sumpfwasser, diese Wirkung nie hatte.

Ich will in erster Linie kurz angeben, welche Veränderungen das natürliche Absterben in diesen Algenfäden hervorbringt.

Die Spirogyren sind grüne Fadenalgen, die durch Querwände abgeteilte Hohlzylinder sind. In jedem dieser Fächer befinden sich ein oder mehrere gleichlaufende grüne Spiralstreifen. Der feste plasmatische Inhalt der etwa 0,1—0,6 mm langen Zellen besteht aus dem der Zellwand anliegenden sehr dünnen farblosen Plasmaschlauch, aus den der Zylinderfläche des Plasmaschlauches anliegenden rinnenförmigen grünen Spiralbändern, deren konvexe Seite nach innen gekehrt ist. So steht das grüne Band je nur mit den Zackenspitzen seiner gezackten Ränder mit dem Plasmaschlauch in unmittelbarer Berührung. Diesen beiden wandständigen Plasmasystemen steht, durch einen großen Abstand getrennt, ein zentrales gegenüber, der Zellkern mit dem anliegenden Plasma. Von den Kanten jenes gehen mehr oder minder zahlreiche nach außen bisweilen sich verzweigende mit dem Rücken der stärkeführenden Spiralbänder vereinigte Plasmafäden ab. Winzige Plasmakörnchen, die an den verschiedenen Plasmateilen haften, gleiten nach verschiedener Richtung hin fort. So entsteht das Bild von Strömchen. Den Raum zwischen dem zentralen und den peripheren Plasmasystemen, sowie die Rinne der grünen Spiralbänder füllt die Zellflüssigkeit an.

Das natürliche Absterben, welches äußere schädliche Einflüsse bewirken können, führt zu folgenden Veränderungen in den

Spirogyrenzellen. Die Spiralbänder bleiben zwar mit dem Plasmaschlauche in Verbindung, verändern aber ihre Gestalt. Indem die Zacken der Ränder sich verlieren, das Band schmal wird und seine Rinne verliert, dabei einen rundlichen oder ovalen Querschnitt annimmt, wird es einem Strange ähnlich. Das vom Kern abgehende Plasmafadennetz verliert sich, der Kern rückt an die Wandung und rundet sich ab. Die strömenden Bewegungen hören auf. Der Plasmaschlauch zieht sich etwas von der Wandung ab.

In einer Versuchsreihe werden nun gesunde Spirogyrenfäden in Wasser mit $^1/_{10000}$ Quecksilberchlorid versetzt. Die giftige Wirkung des Salzes bewirkte den Tod. Die Veränderungen der Fäden waren im wesentlichen die gleichen, wie wenn sie auf natürlichem Wege absterben. Wird die Verdünnung der Sublimatlösung eine geringere, dann beginnen die Absterbeveränderungen in anderer Art vor sich zu gehen. Ist der Gehalt an Quecksilberchlorid nur noch $^1/_{1000000}$, dann sind die chemisch-giftigen Wirkungen nicht mehr vorhanden, es zeigen sich nun die oligodynamischen. Der Effekt ist der gleiche, sie führen den Tod herbei. Der Verlauf der Veränderungen aber ist konstant vom oben geschilderten, dem natürlichen Absterben, das im Wesen auch das Bild der chemisch-giftigen Wirkung ist, verschieden. Die Spiralbänder trennen sich ohne zunächst ihre Gestalt zu ändern, vom Plasmaschlauch, treten ins Innere der Zellhöhlung zurück, anfänglich durch zarte Plasmafäden, die von den Zacken ihrer Ränder abgehen mit dem Plasmaschlauch verbunden. Später zerreißen die Fäden, die Zacken verlieren sich. Schließlich ballen sich die Spiralbänder in einen soliden Klumpen zusammen, welcher den abgerundeten Kern umschließt. Wenn sich die Spiralbänder bereits vom Plasmaschlauch abgelöst haben, ist an diesem noch nichts abnormes zu bemessen. Erst später zieht er sich von der Zellhaut zurück, wie auch der Stillstand der Strömchen nicht schon beim Beginne der oligodynamischen Veränderungen zu beobachten ist. Nägeli versuchte nun die Grenze der Verdünnung festzustellen. So weit aber auch die Verdünnung ging, die oligodynamischen Erscheinungen blieben die gleichen. „In der septillionfachen Verdünnung, die in 1 Liter Wasser bloß noch den trillionsten Teil eines Moleküls $HgCl_2$ enthielt, starben die Zellen mit denselben Inhaltsveränderungen und in der gleichen Zeit wie in der trillionfachen Verdünnung, bei welcher auf 1 Liter mehr als eine Million Moleküle traf".

Dass von so minimen Mengen Quecksilberchlorid der physiologische Effekt nicht herrühren konnte, lag auf der Hand; es musste also die Ursache der oligodynamischen Erscheinungen im Wasser oder im Glase gesucht werden. Während in den bisherigen Kontrolversuchen mit reinem Wasser stets viele Algen verwendet wurden, zeigte sich nun, nachdem auf 10 ccm Wasser nur wenige *Spirogyra*-Fäden kamen, dass diese im destillierten Wasser fast immer in

kurzer Zeit, zuweilen in weniger als 4 Minuten, starben. Brunnenwasser verhielt sich häufig wie destilliertes Wasser.

Woher stammt nun diese verderbliche Wirkung des „reinen" Wassers? Chemische Ursachen schienen nicht in Frage zu kommen. Kohlensäure, Ammoniak und Ozon können nicht die Ursache der oligodynamischen Eigenschaften des destillierten Wassers sein, da diese Gase in Sumpf- und Flusswasser in viel beträchtlicheren Mengen vorhanden sind ohne diesem oligodynamische Eigenschaften zu verleihen. Nägeli prüfte ferner das Verhalten der salpetrigen Säure. Während die Lösung mit $^1/_{100000}$ HNO_2 noch chemisch-giftige Wirkung besaß, brachte eine Lösung von $^1/_{1000000}$ HNO_2 bloß oligodynamische Erscheinungen hervor, die aber stärker waren als diejenigen, welche das bloße Wasser der Kontrolgläser erzeugte. Mit Hilfe des Griess'schen Reagens konnte konstatiert werden, dass in den meisten Fällen HNO_2 nicht in nachweisbaren Mengen vorhanden war, trotzdem das Wasser deutliche oligodynamische Eigenschaften besaß und dass, wo es an der rötlichen Färbung des Wassers auf Zusatz des Reagens erkannt wurde, der Gehalt nicht über $^1/_{100000000}$ HNO_2 ging.

Das Verhalten fester Körper war ein sehr ungleichartiges. „Einerseits wurde die oligodynamische Wirkung in destilliertem Wasser vermehrt oder in neutralem (nicht-oligodynamischem) Wasser hervorgerufen durch Körper, von denen man annehmen dürfte, dass sie nicht oder nur in minimalen Mengen löslich seien. Anderseits wurde die oligodynamische Wirkung durch ganz unlösliche Körper und ferner durch micellarlösliche (kolloide) Substanzen, die für sich selbst wirkungslos waren, geschwächt oder gänzlich aufgehoben. Ferner blieben in Gläsern, welche einige Zeit gefüllt mit oligodynamisch wirksamem Wasser gestanden hatten, sehr deutliche und merkwürdig lokalisierte Nachwirkungen zurück".

Bringt man z. B. in ein Glas Wasser zu einer geringen Menge von Spirogyren einige gut gereinigte Kupfermünzen, dann sterben die dem Kupfer nächstliegenden Fäden zuerst ab, bis schließlich auch die am weitesten entfernten Fäden von der tötlichen Wirkung betroffen werden. Schwefel, Kohlenstoff, Stärkmehl, Seide etc. heben die dem Wasser durch Metalle erteilten oligodynamischen Eigenschaften wieder auf. Die gleiche Wirkung haben die Algenzellen selbst. Gleiches Wasser wurde in verschiedene Gläser gebracht, in diese eine verschiedene Zahl von Spirogyrenfäden. Je weniger Fäden in einem Glase waren, um so schneller machten sich die oligodynamischen Wirkungen geltend. In den Gefäßen mit vielen Fäden vegetierten dieselben unversehrt fort. Durch Kupfermünzen wurde aber auch den Glasgefäßen oligodynamische Eigenschaften verliehen, selbst wenn es nach dem Gebrauche gut mit neutralem Wasser ausgewaschen wurde. Die Nachwirkung war, wie der Versuch zeigte am stärksten an jenen

Stellen, mit denen das Kupferstück in Berührung war. Kann also eine gelöste Verbindung die Ursache dieser oligodynamischen Wirkungen sein? Diese Frage glaubte Nägeli verneinen zu sollen. „Wie sollten, so frägt er, die minimalen Mengen, welche die fast unlöslichen Metalle an das Wasser abzugeben vermochten, so rasche und tötliche Verheerungen an lebenden Zellen anrichten? Wie sollte ferner eine Lösung durch unlösliche Körper, welche man in dieselben legt, unwirksam werden? Wie sollte endlich ein löslicher Stoff an der glatten Fläche des Glases eine Nachwirkung derart hinterlassen, dass nach wiederholtem Ausspülen das Glas nach wochenlang neutralem Wasser todbringende Eigenschaften mitzuteilen vermag?"

Die Prüfung auf „imponderable" Ursachen, wie Temperatur, Licht und Elektrizität ergab nur negative Resultate. Musste also nicht „ein neues Agens oder eine besondere Wirkungsart der gewöhnlichen Agentien" vorliegen?

Nachdem Nägeli nach langer Unterbrechung seine Versuche wieder aufgenommen hatte, bewies er in erster Linie durch neue Experimente, dass unlösliche Körper, auch Metalle wie reines Gold und Platin, dem Wasser keine oligodynamischen Eigenschaften erteilen. Ferner entdeckte er, dass die mit verdünnter Salz- oder Salpetersäure ausgewaschenen Gefäße von der Nachwirkung befreit wurden. „Diese Wirkung der Säure machte es wahrscheinlich, dass dieselben einen im Wasser schwerlöslichen Stoff von der Wandung der Gefäße entfernten und ferner lag die Vermutung nahe, dieser Stoff möchte ein Metall, namentlich Kupfer, sein".

Ziemlich neutrales Wasser wurde mit Kupfermünzen — 12 Liter Wasser mit 12 Zweipfennigstücken — oligodynamisch gemacht. Kupfer konnte nach der in der analytischen Chemie gebräuchlichen Weise durch Ammoniak nachgewiesen werden. Wurde nun eine 1prozentige $CuSO_4$-Lösung mit Ammoniak übersättigt und der blauen Lösung so viel Wasser zugesetzt bis sie den gleichen Farbenton zeigte, wie die vorige Lösung, dann konnte bestimmt werden, dass 1 ccm der Lösung 0,00013 g Cu enthielt. So konnte Nägeli feststellen, dass das Wasser, welches er gewöhnlich zu seinen oligodynamischen Versuchen verwertete auf 1000 Millionen Teile Wasser 1 Teil Kupfer enthielt.

Sprechen also diese Versuche zweifellos dafür, dass die oligodynamischen Eigenschaften des Wassers auf Stoffe zurückzuführen sind, die in denselben gelöst sind, so zeigt sich doch gegenüber einer Salz- oder Zuckerlösung ein fundamentaler Unterschied. Diese verlieren ihre Eigenschaften dadurch nicht, dass man einen unlöslichen Körper in sie legt. Ebenso erteilen sie den Wandungen des Gefäßes ihre Eigenschaften nicht, wie die Kupferlösung. Die Ursache dieser Verschiedenheit sieht Nägeli in der Schwerlöslichkeit der Metalle. „Kommt ein Stück Kupfer in reines Wasser, welches etwas Sauerstoff

und etwas Kohlensäure enthält, dann trennen sich langsam, aber stetig Kupferteilchen los, welche sich im Wasser verteilen und von denen ab und zu einzelne an die Wandung des Gefäßes anstoßen und daran hängen bleiben. So muss nach Maßgabe, als die Lösung konzentrierter wird, auch die Zahl der an der Wandung haftenden unlöslichen Kupferteilchen zunehmen. .Wenn der Sättigungsgrad erreicht ist, so kann eine Zeit lang noch ein Lösungsprozess an dem Kupferstück fortdauern, indem aus der Lösung mehr Teilchen an die Gefäßwandung sich anlegen, als von derselben in die Flüssigkeit zurückkehren. Zuletzt stellt sich ein Gleichgewichtszustand in der Weise ein, dass der Kupferüberzug der Wandung ebenso viele Moleküle aus der gesättigten Lösung empfängt, als er an dieselbe abgibt".

„Nimmt man das Kupferstück heraus, bevor die Sättigung erfolgte, so dauert die Veränderung der Lösung noch so lange an, bis ein Gleichgewichtszustand in der Weise eingetreten ist, dass ebenso viel Kupferteilchen aus der Lösung an die Glaswandung, als von dieser in jene zurückgehen".

„Gießt man eine solche Kupferlösung dann in ein anderes reines Glasgefäß, so nimmt dort die Konzentration so lange ab, bis zwischen der Lösung und dem sich bildenden Kupferbeleg ein neues Gleichgewicht hergestellt ist. Gibt man aber reines Wasser in ein mit einem Kupferbeleg versehenes Glas, so gehen von diesem so lange Kupferteilchen in das Wasser, bis das der Kupfermenge entsprechende Verhältnis zwischen Lösung und Niederschlag erreicht ist".

Diese Vorstellungen lassen uns die neutralisierende Wirkung unlöslicher Körper verstehen. Sie wirken gleichsam als Vergrößerung der Kupferteile aufnehmenden Wandflächen. Wenn nun auch durch das Anziehen von Kupfer aus der Lösung an die Oberfläche des unlöslichen Körpers das kupferhaltige und deshalb oligodynamische Wasser nicht kupferfrei wird, so kann doch so viel Kupfer aus der Lösung entzogen werden, dass der übrig bleibende Teil das Zellenleben nicht mehr zu beeinträchtigen vermag.

Wenn zahlreiche Algenfäden in dem oligodynamischen Wasser sind, dann muss natürlich die Wirkung viel schwächer sein, als wenn es nur wenige Fäden enthält. Das Kupfer wird sich zunächst an die den Faden umgebende Scheide anschlagen. Erst später dringt es in das Innere hinein und ruft hier die oligodynamischen Erscheinungen hervor. Je mehr Kupfer aber an die Scheiden sich anschlagen kann, um so weniger dringt in das Innere ein. Die Lösung wird mit andern Worten so kupferarm werden, dass sie das Zellenleben nicht mehr schädigt.

Warum ist nun Wasser verschiedener Herkunft bald durch oligodynamische Eigenschaften ausgezeichnet, bald ohne solche? Wenn wir beobachten, dass Wasser aus Quellen, Flüssen, Sümpfen, Torf-

mooren, Seen ohne oligodynamische Eigenschaften ist, dann wird dies darauf beruhen, dass sich die schwerlöslichen, oligodynamisch-wirksamen Stoffe, die es einmal enthalten mochte, auf unlösliche Körper niedergeschlagen haben. Brunnenwasser, das aus Bleiröhren und Messinghähnen ausströmt, wird dann oligodynamisch wirken, wenn es längere Zeit mit dem Metalle in Berührung war, wenn es also längere Zeit in der Leitung stand. Ebenso wird nur das destillierte Wasser, das aus einem metallenen Destillationsapparate stammt, oligodynamisch sein. In Glas destilliertes Wasser ist neutral.

Wir haben oben gezeigt, dass die oligodynamische Reaktion in einer speziellen Empfindsamkeit des grünen Plasmas besteht. Die Spiralbänder, die aus diesem Plasma bestehen, führen besondere Lagenveränderungen aus, erfahren Formveränderungen, während das übrige Plasma noch unberührt erscheint. Denn der Plasmaschlauch, die Plasmaströmchen und das in der Zellflüssigkeit gelöste Plasma lassen beim Beginne der oligodynamischen Erscheinungen keine Veränderungen wahrnehmen.

Die oligodynamische Reaktion wird von verschiedenen Momenten beeinflusst. Nicht nur, dass verschiedene Arten einen sehr ungleichen Grad der Empfindlichkeit besitzen, auch die gleiche Art zeigt je nach ihrem Vegetationszustande eine ungleiche Empfindlichkeit.

Abends, d. h. dann, wenn in den Zellen reichliche Mengen von Assimilationsprodukten sich finden, ist die Empfindlichkeit geringer als Morgens, wenn dieselben in geringen Mengen vorhanden sind. Kurzgliedrige Fäden sind widerstandsfähiger als langgliedrige. Temperaturerhöhung vermehrt die Empfindlichkeit. Vor allem hat natürlich auch der Grad der Konzentration der einwirkenden Flüssigkeit einen bedeutenden Einfluss. Konzentriertere Lösungen wirken chemisch-giftig (1 Teil Kupferchlorid in 1000—10000 Teilen H_2O; 1 Teil KNO_3 in 100 Teilen H_2O), in verdünnterem Zustande dagegen oligodynamisch (Kupfer z. B. von 1 Teil Salz in 1 Million Wasser; KNO_3 1 Teil in 1000 Teilen H_2O). Werden nun die Maximalkonzentrationen oligodynamischer Wirkung verdünnt, dann langt man früher oder später bei einem Punkte an, wo die charakteristische Lostrennung der Spiralbänder vom Plasmaschlauch nicht mehr eintritt. Man beobachtet alsdann mehr oder weniger starke Ausscheidungen unlöslichen Plasmas aus der Zellflüssigkeit, d. h. eine Veränderung, „die bei der natürlichen Erkrankung, bei der schwächsten Schädigung durch Wärme (31°—33°) oder durch Elektrizität beobachtet wird".

Ist das die schwächste oligodynamische Reaktion oder ist die Folge natürlicher Erkrankung?

Der natürliche Tod wird wohl vorab durch geringe Mengen von Auswurfs- und Fäulnisstoffen verursacht. Wir dürfen daher vermuten, „dass auch andere schädliche Verbindungen in entsprechenden geringen

Mengen das Gleiche bewirken und wir können kaum daran zweifeln, wenn, wie dies wirklich der Fall ist, die Veränderungen im Zellinhalte die nämlichen sind".

So gibt es also Stoffe, welche in größeren Mengen chemisch-giftiges, in geringern oligodynamisches, in noch geringern natürliches Absterben bewirken. Trotzdem kann die oligodynamische Reaktion nicht als geschwächte chemisch-giftige oder verstärkte Wirkung des natürlichen Absterbens bezeichnet werden. Dagegen sprechen die früher erwähnten Veränderungen in den Zellen während des Absterbens, die wohl für den natürlichen Tod und den durch chemisch-giftige Einwirkungen verursachten gleich sind, dagegen spricht ferner auch die Thatsache, dass nicht alle Stoffe, wenn ihre Lösungen stetig mehr verdünnt werden, oligodynamische Erscheinungen hervorrufen (z. B. salpetrigsaures Ammoniak).

Warum nun können größte und geringste Lösungskonzentration in ihrer Reaktion übereinstimmen, die größte und die mittleren dagegen ein so differentes Verhalten zeigen? „Das merkwürdige Verhalten der Spirogyrenzellen in den drei Verdünnungsstufen erklärt sich dadurch, dass die konzentriertere Lösung ihre chemisch-giftige Wirkung sehr rasch vollzieht und dass daher für die oligodynamische keine Zeit übrig bleibt. Bei schwächerer Konzentration aber geht die chemisch-giftige Erkrankung so langsam vor sich, dass die oligodynamische Veränderung mehr oder weniger vollständig sich abspielen kann. In der allergeringsten Verdünnung vermag die oligodynamische Einwirkung keine sichtbaren Erscheinungen mehr hervorzurufen, während die chemisch-giftige den natürlichen Tod herbeiführt". —

3) Die Beziehungen zwischen Verholzung, Festigkeit und Elastizität vegetabilischer Zellwände auf experimentellem Wege festzustellen ist das Ziel einer Untersuchung von Sonntag.

Bei den bisherigen Angaben war ein Moment, der Wassergehalt, nicht berücksichtigt worden. Nun wird aber die Querschnittsgröße sehr erheblich, wie nachfolgende Tabelle zeigt, durch den Wassergehalt beeinflusst.

	Luft-trockener Quer-schnitt	Imbibier-ter Quer-schnitt	%-Zu-nahme des lufttrock. Quer-schnittes	In krustiert. Substanz (Ver-holzung)	%-Ab-nahme des imbibier-ten Quer-schnittes
Linum usitatissimum(Bst.)	128	199	55,5 %	14,29 %	35,5 %
Cannabis sativa (Bast.)	1445	2215	53,3 „	15,05 „	34,7 „
Phormium tenax (Bast.)	509	685	34,6 „	—	25,7 „
Abies pectinata (Tracheid.)	1350	1550	14,8 „	42,0 „	12,9 „
Agave americana (Bast.)	347	373	7,5 „	46,22 „	6,9 „
Cocos nucifera (Bast.)	244	246,5	1,02 „	58,4 „	1,01 „

Diese Zusammenstellung zeigt aber auch, dass die durch die Durchtränkung verursachte Querschnittsvergrößerung in ganz bestimmter Beziehung zur Verholzung steht. Mit ihrer Zunahme geht die Abnahme der Querschnittsvergrößerung Hand in Hand. So war es also in der That angezeigt um vergleichbare Resultate zu erzielen, auf einen annäherungsweise gleichen Wassergehalt das zu untersuchende Material zurückzuführen.

Sonntag prüfte zunächst die Beziehung zwischen der Zugfestigkeit und der Verholzung. Aus der nachfolgenden tabellarischen Zusammenstellung ist das Ergebnis zu entnehmen. Wir sehen, dass die aus nicht oder wenig verholzten Zellen bestehenden Gewebe eine viel größere Zugfestigkeit besitzen als jene mit starker Verholzung.

Dikotyledonen	Festigkeit	Verholzung	Wassergehalt
Apocynum sibiricum	116,25	9,89 %	8,3 %
Linum usitatissimum	110,4	14,29 „	8 „
Cannabis sativa	91,8	15,05 „	7,71 „
Boehmeria tenacissima	77,6	16,27 „	8,67 „
Sesbania aculeata	44,5	28,47 „	—
Corchorus	37,9	35,00 „	9,3 „
Quercus sessiliflora	39,5	54,1 „	—
Gymnospermen			
Pinus silvestris Frühjahrstracheiden	19,6	41,99 „	9,7 „
Pinus silvestris Herbsttracheiden	45,6		
Monokotyledonen			
Musa textilis	67,1	29,2 „	10,25 „
Musa paradisiaca	46,9	34,42 „	—
Phormium tenax	47,7	50,7 (?) „	9,18 „
Agave americana	39,2	46,22 „	8,9 „
Carludovica palmata	31,75	50,58 „	7,7 „
Cocos nucifera	28,9	58,4 „	10,1 „
Caryota urens	22,9	59,01 „	11,7 „

Ganz analoge Beziehungen bestehen zur Elastizität und Dehnbarkeit, insofern als jene um so größer ist, je geringer die Verholzung, wogegen diese mit der Verholzung wächst.

Bast von	Elastizitätsmodulus	Größte Dehnbarkeit	Verholzung
Apocynum sibiricum	11590	10,03	9,89
Linum usitatissimum	10787	10,23	14,29
Cannabis sativa	7205	12,74	15,05
Boehmeria tenacissima	6547	11,85	16,27
Musa textilis	6880	9,46	29,20 (?)
Phormium tenax	3493	13,64	50,7
Agave americana	1430	30,00	46,22
Cocos nucifera	377	160,00	58,22
Caryota urens	464	276,00	59,01

(Fortsetzung folgt.)

Ueber die Knospung bei mehrschichtigen Tieren, insbesondere bei Hydroiden.

Von Dr. **F. Braem** in Breslau.

Am 15. Juli 1892 beschenkte Herr Albert Lang aus Karlsruhe die Wissenschaft mit einer Arbeit[1]), in welcher er das Verständnis der tierischen Knospenbildung auf eine neue Basis zu stellen suchte. Man hatte bis dahin geglaubt, dass die Knospung der Metazoen auf dem Zusammenwirken verschiedener Keimblätter beruhe und dass mindestens zwei derselben für die Entstehung des neuen Individuums vorausgesetzt werden müssten. Zahlreiche, wie man meinte, sorgfältige Untersuchungen hatten diese Ansicht befestigt, und auch von Seiten der Theorie war kein Einwurf dagegen erhoben worden. Jetzt hatte Herr Albert Lang, scheinbar mit leichter Mühe, die Unzulänglichkeit jener Untersuchungen und die Haltlosigkeit jener Ansicht nachzuweisen vermocht; vorerst freilich nur für die vielgeduldige *Hydra* und einige ihrer nächsten Verwandten.

Bei diesen Formen, speziell bei *Hydra*, *Eudendrium* und *Plumularia*, sollen nach Lang die Knospen nicht von beiden Blättern des Polypenkörpers gebildet werden, sondern lediglich von dem Ektoderm, welches durch eine Art von multipolarer Gastrulation ein neues Knospenentoderm schafft und somit allein die Anlage der Tochtertiere begründet.

Ich gestehe, dass ich der Arbeit Lang's nicht gleich, da ich sie kennen lernte, die ihr gebührende Bedeutung beigelegt habe. Sie schien mir etwas geringfügig im Vergleich zu dem, was Andere über denselben Gegenstand berichtet hatten. Nachdem man aber den „schönen Beobachtungen" des genannten Autors besonderen Beifall gezollt[2]) und sie zum Ausgangspunkt einer Reform unserer ganzen bisherigen Theorie der Knospenbildung gemacht hatte[3]), schien es mir nötig, mich durch eigene Untersuchung von ihrer Richtigkeit zu überzeugen.

Ich habe, wie Lang, die Knospen an Schnitten studiert und zwar bei folgenden Hydroiden: *Hydra fusca* in einer großen und einer kleineren Spielart, *Hydra viridis*, *Eudendrium racemosum*, *Plumularia echinulata*, *Sertularella polyzonias*. Wie Lang habe ich *Hydra* vorzugsweise durch Uebergießen mit heißer Sublimatlösung getötet, während die übrigen Formen, die ich in Villafranca sammelte, mit kaltem Sublimat fixiert worden waren.

1) Ueber die Knospung bei *Hydra* und einigen Hydropolypen. Zeitschrift f. wiss. Zoologie, Bd. 54 (1892), S. 365—385 u. 1 Taf.

2) Franz v. Wagner, Einige Bemerkungen über das Verhältnis von Ontogenie und Regeneration. Biolog. Centralbl., 1893, S, 289.

3) A. Weismann, Das Keimplasma. Eine Theorie der Vererbung. Jena 1892. S. 204 ff.

In der Schilderung meiner Befunde kann ich mich kurz fassen. Unter allen Knospen, die ich geschnitten habe, und bei besonderer Berücksichtigung derjenigen Stadien, auf welchen die Neubildung des Entoderms angeblich erfolgen soll, fand ich nichts, was die Behauptung Lang's hätte rechtfertigen können. Nirgends ein Verschwimmen des einen Keimblattes in das andere; nirgends eine Abspaltung von Zellen des Ektoderms behufs Bildung des Entoderms der Knospe; nirgends ein allmähliches Verdrängen und Zurückschieben des alten Entoderms des Polypen durch das neue, der Knospe angehörige Entodermgewebe; nicht einmal Andeutungen dieser Verhältnisse. Stets, auch bei den jüngsten Knospen, war die Grenze zwischen Ekto- und Entoderm scharf und klar zu erkennen, niemals ist ihre Existenz mir auch nur fraglich geworden. Ich stehe demnach nicht an, die Resultate Lang's für unrichtig, die daraus gezogenen Folgerungen für gänzlich hinfällig zu erklären.

Das ist freilich ein sehr negatives Ergebnis. Obwohl negativ nur insofern, als es den Behauptungen Lang's sich entgegenstellt. Denn was die älteren Beobachter bei Hydroiden ermittelt haben und was mit den sonstigen Befunden über die Knospung aufs Beste übereinstimmt, das wird durch meine abermalige Untersuchung vollauf bestätigt.

Immerhin steht hier Behauptung gegen Behauptung. Herr Lang will die Abspaltung des Knospenentoderms vom Ektoderm des Muttertieres gesehen haben. Prüfen wir daher, was er gesehen hat, und ob seine Angaben wirklich als vollgiltiger Beweis für seine Behauptungen dienen können.

In der Einleitung zu seiner Arbeit teilt Herr Lang mit, dass „von den vielen marinen Hydromedusen, die er untersuchte, hauptsächlich *Eudendrium racemosum*, *E. ramosum* und *Plumularia echinulata* befriedigende Resultate ergeben haben". Unter vielen untersuchten Formen waren es also nur 2 Gattungen und 3 Arten, welche seine Ansicht zu stützen vermochten. Das ist, sollte man denken, etwas wenig. Die vielen anderen Formen, die keine „befriedigenden Resultate" ergaben, haben doch auch, so zu sagen, ihre Daseinsberechtigung. Auch sie wollen gehört sein. Wenn sie die beiden Blätter des Cölenteratenkörpers in deutlicher Trennung zeigten, wenn sie kein Uebergreifen des einen ins andere erkennen ließen, so war das doch immerhin auch für die Frage, welche Lang zu behandeln hatte, von Wichtigkeit. Es hätte ihn zweifelhaft machen können, ob das, was jener kleine Bruchteil der untersuchten Species zu lehren schien, am Ende nicht Täuschung sei. Lang berührt dieses Problem nicht. Für mich aber ist das Geständnis von Wert, dass er nur in verhältnismäßig wenigen Fällen seine vorgefasste Meinung bestätigt fand.

Allerdings erwähnt Lang, dass diese Fälle „hauptsächlich" zum Ziele geführt hätten. Aber mir scheint dieses „hauptsächlich" nicht eben schwer zu wiegen. Ich möchte glauben, dass es lediglich eine euphemistische Umschreibung des etwas dürren, aber um so klareren „allein" oder „ausschließlich" sei. Denn so sehr wird Lang doch nicht seine Autorität überschätzt haben, dass er uns einen Teil seines Beweismaterials vorenthielt, wenn dasselbe wirklich als solches angesehen werden konnte. Oder meinte er, dass ein Dutzend höchst fragwürdiger Figuren schon hinreichend sei, um eine alte, bisher allseitig bestätigte Anschauung zu entwurzeln?

Also wir werden zu der Annahme berechtigt sein, dass Lang außer bei *Hydra* nur bei *Eudendrium* und *Plumularia* „befriedigende Resultate" erhielt.

Es berührt seltsam, den Autor, der doch vor Allem die Aufgabe hat, sein Objekt sprechen zu lassen, schon auf der ersten Seite ein bestimmtes Resultat als das allein befriedigende bezeichnen zu hören. Man muss daher wissen, dass Herr Lang nicht unbefangen an seine Untersuchung herantrat. Vielmehr war ihm von seinem Lehrer Weismann die Weisung gegeben worden, dass sich „das Knospungs-Idioplasma wahrscheinlich nur in gewissen Zellen des Ektoderms finden werde", und er hatte die Aufgabe erhalten, „die Knospenbildung der Hydroiden mittels der Schnittmethode auf diesen Punkt hin zu untersuchen und festzustellen, woher das Zellmaterial des Entoderms der Knospen stammt" (Lang a. a. O. S. 365).

Lang schildert zunächst die Knospenbildung bei *Eudendrium*. Von den sechs beigegebenen Figuren (1—6) lassen nur zwei, nämlich Fig. 2 und 5, etwas, das als Einwanderung von Ektodermzellen in das Entoderm gedeutet werden könnte, erkennen. Nur hier ist die Grenze zwischen den beiden Keimblättern an der Stelle, wo die Knospe sich anlegt, nicht klar wiedergegeben. Die anderen Figuren haben nur einen untergeordneten Wert. In Fig. 1 hat die Einwanderung angeblich noch nicht begonnen. Das Ektoderm ist im Bereich der Knospe verdickt und zeigt Spuren lebhafter Wucherung. Das Entoderm ragt „wirr und regellos in das Cönosarkrohr hinein", inmitten des Knospungsareals bedeckt es nicht einmal die Stützlamelle. Lang scheint diesem Umstande einige Bedeutung beizumessen. Ich halte die Wirrnis des Entoderms für eine durch die Konservierung hervorgerufene Erscheinung und entnehme dem Schnitt nur dies, dass von einer Einwanderung von Ektodermzellen in das Entoderm hier nicht die Rede ist.

Ebensowenig ist in Fig. 3, 4 und 6 die Einwanderung zu erkennen. Nur in Fig. 3 (links) ist ein Kern gerade auf die Stützlamelle gefallen, leider an einer Stelle, wo an Knospenbildung auch nicht von ferne zu denken ist. Alle drei Bilder geben der Auffassung, dass an der Knospenbildung beide Blätter in gleicher Weise beteiligt sind, freies Spiel.

Anders dagegen Fig. 2 und 5. In Fig. 2 ist die Grenze zwischen Ektoderm und Entoderm der Knospe nur schüchtern, teilweise garnicht markiert worden. Fragen wir den Text (S. 368), so erfahren wir, „dass die Stützlamelle je nach der Einstellung des Tubus bald vollständig, bald unterbrochen erscheint". Wenn nun in einem Schnitt, der doch in diesem Fall hoffentlich nicht von bedeutender Dicke gewesen ist, eine Lamelle, die hier naturgemäß in der Auflösung begriffen sein muss, bei gewisser Einstellung vollständig erscheint, so will es, glaube ich, nicht viel sagen, wenn bei anderer Einstellung diese Lamelle zum Teil undeutlich wird. Eine kleine Unebenheit des Schnittes, eine leichte Verschiebung der Zellen kann solch eine Wirkung bedingen. Wichtig ist nur, dass Lang trotz seiner Zeichnung die Lamelle vollständig gesehen hat und dass er ein Uebergreifen von Ektodermzellen in das Gebiet des Entoderms nicht beobachtet hat. Er sagt freilich: „wir sehen, dass jene jungen Ektodermzellen, die durch starke Wucherung die Ektodermverdickung hervorriefen, teilweise durch die Stützlamelle hindurchgedrungen sind und auf der Entodermseite derselben liegen". Wörtlich übersetzt heißt das: wir sehen, dass eine Schicht kleiner, plasmareicherer Zellen, ähnlich den indifferenten Ektodermzellen, unterhalb des älteren Entoderms sich gebildet hat und der Stützlamelle, dem Ektoderm gegenüber, anliegt. Dass diese Zellen vom Ektoderm her durch die Stützlamelle hindurchgedrungen sind, das sehen wir nicht. Gerade der Uebergang, das Hindurchdringen selbst ist es, was Lang uns zeigen soll. Das fait accompli beweist uns hier garnichts.

Wo stammen nun aber die Zellen der Entodermseite her? Aus dem Entoderm selbst, so möchte man glauben. Wie das Ektoderm durch Zellteilung Material für die Neubildung geliefert hat, so auch das Entoderm. Wie jenes in Folge dessen verdickt erscheint, so auch dieses. Was steht dieser Annahme im Wege? Lang verweist uns auf seine Fig. 1, wo die Entodermzellen „wirr und regellos" bei einander liegen und im Bereich der Knospe im Entoderm eine Lücke ist. Wegen dieser Lücke in Fig. 1 sollen wir uns dazu verstehen, die Entodermverdickung in Fig. 2 auf Rechnung des Ektoderms zu setzen. Aber jene Lücke, jenes ganze regellose Durcheinander ist ein Kunstprodukt, es existiert in Wirklichkeit garnicht. Und selbst wenn dem nicht so wäre, so würde der Vergleich nichts gelten. Denn das Stadium der Fig. 1 ist offenbar älter als das der Fig. 2. In Fig. 1 ist die Cuticula vor der Knospe schon vollständig aufgelöst, in Fig. 2 noch nicht. Dort tritt die Knospe frei nach außen hervor, hier weilt sie noch im Innern des Cönosarks.

Dann sollen „die kleinen Kerne [der Zellgruppe des Entoderms] deutlich auf ihre ektodermale Herkunft hinweisen" (S. 370). Als ob nur das Ektoderm durch rege Teilung Zellen mit kleinerem Kern zu

produzieren vermöchte! Der Unterschied in der Größe der Kerne ist ein minimaler. Aber es ist richtig, dass die embryonalen, einstweilen funktionslosen Zellen, die behufs Knospenbildung zu beiden Seiten der Stützlamelle sich anhäufen, etwas kleinkerniger sind als die peripheren Zellen des Ektoderms und die verdauenden Zellen des Entoderms. Nichts natürlicher, als dass in einer arbeitenden Zelle, die den Höhepunkt ihrer Kraftentfaltung erreicht hat, die einzelnen Elemente, vor Allem der Kern, größer erscheinen, als in einer anderen, die erst allmählich ihrer Bestimmung entgegenreift. Und wenn durch Wucherung des älteren Ektodermgewebes Zellen mit kleinerem Kern entstehen konnten, wie Lang selber annimmt, warum nicht ebenso gut durch Teilung des Entoderms? Es ist ja doch erst zu beweisen, dass das „Knospungs-Idioplasma" nur im Ektoderm enthalten ist.

Endlich lässt uns dann noch Fig. 5 einen direkten Uebergang von Ekto- und Entoderm möglich erscheinen. Aber diese Figur gibt einen „seitlichen Längsschnitt" wieder, der durch den Rand der Knospe hindurchgeht. Die Stützlamelle ist schräg getroffen, sie wird halb von der Fläche gesehen. Selbstverständlich, dass sich die Zellen da über einander lagern, dass sie sich gegenseitig verdecken und dass die Grenze der beiden Blätter nicht scharf hervortreten kann. Maßgebend ist allein der Medianschnitt, und dieser, in Fig. 6 dargestellt, lässt nichts an Klarheit zu wünschen übrig. „Solche Stadien", meint Lang S. 370, „haben wohl zu der Annahme geführt, dass die Knospung der Hydropolypen auf der Ausstülpung beider Schichten der Leibeswand beruhe, hervorgebracht durch gleichmäßige Hand in Hand gehende Zellwucherung des Ekto- und Entoderms". Ja, und vorläufig wenigstens sind gegen diese Annahme keine ernsthaften Gründe geltend gemacht worden!

Auf die Knospung von *Plumularia* beziehen sich die Fig. 7—9. Der Unbefangene entdeckt darin nichts als eine etwas skizzenhafte Darstellung allbekannter Verhältnisse. Lassen wir uns von Lang eines Besseren belehren.

Es verweist uns zunächst auf Fig. 8: Längsschnitt durch eine Stammspitze, an der seitlich eine Knospe zu treiben beginnt (etwa im Stadium A^6 unserer Textfigur 1). „Wir sehen, dass das Ektoderm sowohl der ersteren [der Stammspitze] als auch der Knospenanlage mehrschichtig ist". Die Stützlamelle ist dünn. „Das Entoderm . . . bildet eine einfache, selten doppelte Schicht locker neben einander gereihter, parenchymartiger Zellen". Ergo „das Knospenentoderm wird hier, wie bei der Knospung von *Eudendrium*, von Zellen des verdickten Ektoderms gebildet".

Wo in aller Welt ist hier eine Beobachtung, die einen solchen Schluss rechtfertigen könnte! Das Ektoderm ist verdickt, ich gebe es zu. Nichts kann natürlicher sein, denn eben an dieser Stelle findet

das lebhafteste Wachstum, der Ausbau der Kolonie statt. Hier liegt das Teilungsgewebe, das Urmeristem des Stockes [1]). — Die Stützlamelle

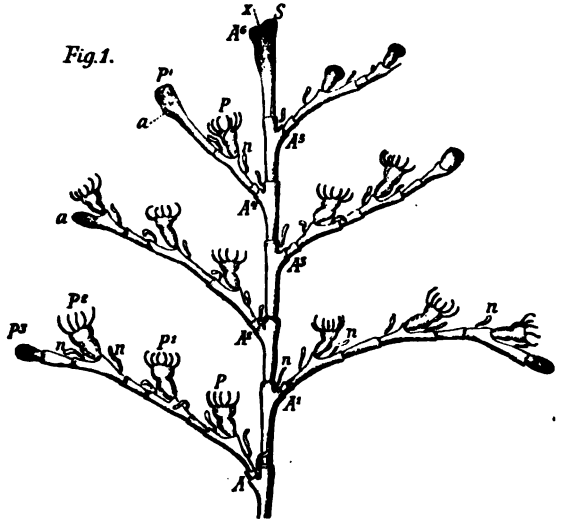


Fig. 1. Oberer Teil eines Wedels von *Plumularia echinulata*, Vergr. 20. *S* die fortwachsende Stammspitze, unterhalb deren die Seitenäste *A* abwechselnd nach rechts und nach links hervorkommen Das jüngste Aestchen A^6 steht noch im Knospenstadium. Jedes Aestchen erzeugt zunächst an seinem freien Ende das Polypenköpfchen oder den Hydranthen *P* in Gestalt einer keulenförmigen Verdickung (s. P^1 am Aste A^4). Unterhalb der Verdickung erscheint in Form einer Knospe (*a* am Aste A^4) die weiterwachsende Astspitze, die nun wieder zunächst den Polypenstiel (*a* am Aste A^2), dann das Polypenköpfchen (P^2 am Aste *A*) liefert, an welchem abermals die Astspitze in Knospenform (*a* am Aste A^4) hervortritt. So entstehen an jedem Aste die Polypen *P*, P^1, P^2 u. s. w. in successiver Folge. Sowohl der Stamm als auch die Aeste sind gegliedert. An den Aesten wechselt je ein polypenloses mit einem polypentragenden Gliede ab. An den letzteren befindet sich vor und hinter dem Polypenköpfchen je ein Nematophor *n*. Außerdem steht ein solcher an jedem Stammgliede oberhalb der Basis des Astes.

ist da, obwohl sehr dünn. Ja, sehr dick kann sie nicht sein, denn wir haben es hier mit einem in steter Veränderung begriffenen, sich immer erneuernden Vegetationscentrum zu thun. — Das Entoderm ist großzellig, zum Teil mehrschichtig, viel dicker als in den unterhalb der Stammspitze gelegenen Teilen. Auch diese Gewebsschicht befindet

1) Dass die Zellen wirklich in drei und vier Schichten übereinander liegen, wie Lang sie zeichnet, muss ich bezweifeln. Ich finde in meinen Präparaten nur eine Reihe sehr hoher Cylinderzellen, die hie und da durch interstitielle Zellen zweischichtig geworden ist. Ich vermute, dass der Schnitt kein rechter Medianschnitt ist, sondern dass er die Zellen in schräger Richtung getroffen hat.

sich also in einem Zustand der Wucherung. Denn die großblasigen Zellen sind doch deshalb nicht hohl, wie Lang zu glauben scheint. Sie sind von Nährstoffen erfüllt, die sie den tiefer liegenden Zellen, zuletzt auch dem Ektoderm, zuleiten. Sie ernähren die junge Knospe, die wachsende Stammspitze. Was hat alles dies mit der Einwanderung von Ektodermzellen zu schaffen?

Herr Lang behauptet die Einwanderung zwar, aber er zeigt sie uns nicht. Nur in der Tafelerklärung sind zwei Ektodermzellen der Fig. 8 als „einwandernde" bezeichnet. Herr Lang muss in besonders vertraulichen Beziehungen zu seinem Objekte gestanden haben, wenn er den Zellen sogar die Absicht, ins Entoderm zu gelangen, ansehen konnte. Denn sie thun es noch nicht, sie wollen es höchstens. Und die eine will es zudem an unrechter Stelle. Sie liegt genau in dem einspringenden Winkel zwischen Stammscheitel und Knospe (Textfigur 1 bei *x*), an der einzigen Stelle, wo weder an Knospung noch Scheitelwachstum zu denken ist.

Ich müsste mich wiederholen, wenn ich in gleicher Weise auch den in Fig. 7 abgebildeten Querschnitt besprechen wollte. Einige Ektodermkerne sind bis hart an die Stützlamelle herangezeichnet, so dass sie dieselbe fast zu durchbrechen scheinen. Aber derartige kleine Ungenauigkeiten konnten bei der schwachen Vergrößerung, welche Lang benutzte (240 ×), wohl mit unterlaufen. In Wirklichkeit lagen die Kerne ohne Zweifel ganz ehrlich im Ektoderm. Ich will darüber mit Lang nicht rechten.

Dann aber kommt etwas Neues, Text S. 373. Nämlich nicht nur im Bereich der Knospe, sondern im ganzen Umfange des Schnittes ist „das Ektoderm verdickt, das Entoderm großzellig, ... die Stützlamelle . . . . sehr dünn, einige Kerne von Ektodermzellen liegen hart ihr. Aehnliche Bilder", heißt es dann, „haben mich bewogen anzunehmen, dass auch hier an der Stammspitze eine solche Neubildung des Entoderms aus dem verdickten rege wuchernden Ektoderm stattfindet". Dies ist in der That von besonderem Interesse. Nicht genug, dass für die Bildung der seitlichen Knospen eine Gastrulation gefordert wird, auch für das bloße Wachstum des Stammes ist sie notwendig. Nicht genug, dass der Stamm selbst, zur Zeit, wo er am kriechenden Stolo als Knospe hervorkam, vermöge einer Gastrulation entstanden ist, auch seine fernere Entwicklung, abgesehen von der Knospenbildung, soll nur durch eine stetig fortgesetzte Delamination der ektodermalen Scheitelzellen behufs Bildung neuer Entodermzellen möglich werden. Ja, hat denn nach Lang das Entoderm überhaupt noch die Fähigkeit, am Wachstum des Stockes sich zu beteiligen? Besteht an den Vegetationspunkten der Kolonie noch ein Unterschied zwischen beiden Blättern? Man sollte erwarten, nein. Warum aber zeigt uns denn Lang nicht das Uebergreifen des einen Blattes ins andere? Warum

ist in keiner seiner Figuren der Uebergang zweifellos zu erkennen? Warum fehlt er in sämtlichen von mir selbst angefertigten Schnitten durch die Spitze des Stammes sowohl als der Seitenzweige? Lang gibt uns keine Erklärung, — vielleicht gelingt es dem Leser, sie zu finden.

Unterhalb des Polypenköpfchens „wird in der Mitte des Stieles das Nematophor angelegt. Zuerst ist es als kegelförmige Verdickung des Ektoderms an der Stelle sichtbar, während das Entoderm darunter sich teilnahmslos verhält und die Stützlamelle geradlinig darunter verläuft. Ich glaube auf Grund dieser Beobachtung [!!] annehmen zu dürfen, dass der aus wenigen Zellen bestehende Entodermfortsatz, der in dem ausgebildeten Nematophor nachzuweisen ist, nicht durch spätere Ausstülpung des Entoderms in die kompakte Ektodermverdickung entstanden ist, sondern analog der Entodermbildung in der Knospe durch Differenzierung aus Ektodermzellen unter Neubildung der Stützlamelle". Man wolle beachten, auf Grund welcher Beobachtungen Lang zu seinen Annahmen zu kommen pflegt. Weil das, wie er selbst zugibt, nur aus wenigen Zellen bestehende Entoderm des Nematophors nicht von vornherein durch eine auffällige Verdickung des inneren Blattes vorbereitet wird, muss dieses innere Blatt unfähig sein, jene 3 oder 4 Zellen aus sich selbst zu bestreiten, muss eine Delamination ganz eigentümlicher Art eben hier stattfinden. Zum Trost versichert uns Lang trotz dieser Beobachtung, dass er „zu einem absolut sicheren Resultat bei der Untersuchung der Knospung der Nematophoren nicht gekommen" sei.

Fig. 9 ist ein Schnitt durch eine Gonangienknospe. Die Gewebe sind stark geschrumpft. Von Einwanderung keine Spur. Dafür sorgt folgende Argumentation für das nötige Verständnis (S. 375): „Wären die erwähnten Zellen [des inneren Knospenblattes], die ich mir aus dem Ektoderm der Knospe herstammend denke, wuchernde Entodermzellen, so müsste man ihnen überdies einen so energischen Drang zumuten, in die Knospe zu gelangen, dass sie von außen her sich durch die Hodenanlage gedrängt hätten, die vorher hier direkt der Stützlamelle auflag". So? Woher weiß es denn Lang, dass jene Zellen sich erst durch die Hodenanlage hindurchdrängen mussten und dass diese letztere ehedem direkt an die Stützlamelle gegrenzt hat? Hat er es gesehen? Doch wohl nicht. Und ich denke mir, dass der Drang der Zellen, in die Knospe zu gelangen, noch sehr viel energischer hätte sein müssen, wenn sie vom Ektoderm her, die Stützlamelle durchbrechend, in die Hodenanlage sich eingezwängt haben sollten. Aber lassen wir den Zellen immerhin ihren Drang. Ich konstatiere, dass Lang uns in keinem einzigen Falle den Durchbruch der Zellen hat demonstrieren können. Er spricht nur von Zellen, die entweder schon eingewandert sind, oder von solchen, „die anscheinend im Begriffe sind, ihrem Beispiel zu folgen". Ich glaube, der „energische

Drang", gewisse Zellen in die Knospe gelangen zu lassen, ist auf seiner Seite.

Zuletzt folgt die Knospung von *Hydra*, illustriert durch 4 wirkliche und 4 imaginäre Schnitte, Fig. 10—13 und Fig. 14 *a—d*. Die letzteren, als bloße Schemen, lasse ich unbeachtet.

Fig. 10, das früheste Stadium, zeigt beide Blätter in scharfer Trennung. Nichts Auffälliges an dem ganzen Bilde. Aber das Ektoderm hat sich an der Stelle, wo die Knospe entsteht, verdickt, was für das Entoderm angeblich noch nicht zutrifft. Dieser Umstand gereicht Lang zu wiederholter Verwunderung. Nun, die Beobachtung selbst mag richtig sein. Wäre es dann so unerklärlich, wenn dasjenige Blatt, welches bei der durch die Knospenbildung bedingten Ausstülpung peripher zu liegen kommt, welches demnach in erster Linie das Material für die Oberflächenvergrößerung zu liefern hat, mit der Materialsammlung, d. h. mit der Zellwucherung, etwas früher bebegänne? Das wäre doch ganz verständlich, daraus könnte doch Niemand folgern, dass lediglich aus dem Ektoderm die gesamte Knospe hervorgehe.

Ich selbst übrigens habe diese zeitliche Differenz in der Anteilnahme der beiden Blätter nicht konstatieren können. Ich finde, dass schon auf den frühesten Stadien der Knospenbildung das Entoderm ganz ebenso Spuren einer lebhafteren Thätigkeit zeigt, wie das Ektoderm. Seine Zellen sind im Bereich der Knospenanlage größer, dichter gedrängt und besser genährt als außerhalb desselben. Die Entodermschicht ist in Folge dessen hier mächtiger als an den gegenüberliegenden Punkten des Querschnittes. Bei der grünen *Hydra* ist in den entodermalen Knospenzellen die stärkere Anhäufung der Chlorophyllkörner sehr merklich (s. Textfigur 2).

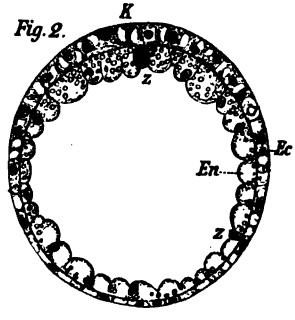


Fig. 2. Querschnitt durch die Knospungszone einer lang ausgestreckten *Hydra viridis* (Breslau; X, 1893), Verg. 190. Die Knospe (bei *K*) war an dem in mäßiger Kontraktion befindlichen lebenden Tiere eben als leichte Hervorwölbung sichtbar. *Ec* Ektoderm, von dem Entoderm *En* überall durch die von Muskelfasern begleitete Stützlamelle geschieden. *z* embryonale resp. „Sekret"-Zellen des Entoderms. Die übrigen Entodermzellen sind vorzugsweise im Bereich der Knospe von Chlorophyllkörnern erfüllt.

Nachdem nun die Knospe in Form jener Verdickung des Ektoderms zu Tage getreten ist, beobachtet Lang „eine merkwürdige Veränderung der Stützlamelle". Dieselbe ist nämlich „nicht mehr als scharf konturierte Lamelle sichtbar, sondern scheint völlig aufgelöst zu sein". In der That, ein merkwürdiges Ereignis! Als ob es nicht vielmehr selbst-

verständlich wäre, dass eine resistente Membran an derjenigen Stelle, wo tiefgreifende Formveränderungen im Organismus notwendig werden, der Auflösung anheimfällt. Aber für Lang ist dieser Vorgang deshalb so merkwürdig, weil er ihm die Brücke baut, auf der nun die Ektodermzellen eine nach der anderen in das Entoderm hinübergeführt werden können. Mit der Auflösung der Membran ist die Scheidewand gefallen, welche den Drang des Ektoderms, sich mit dem Entoderm zu vermischen, bisher gehemmt hatte. Jetzt ist der Weg frei und die legitimen Entodermzellen werden „durch die eindringenden Zellen des interstitiellen Gewebes allmählich gegen die Magenhöhle vorgedrängt. Letztere werden in der Folge zu dem Entoderm der Knospe".

Als Belegstück dafür dient Fig. 11, eine junge Knospe im Querschnitt. Bei der Betrachtung fällt es sofort auf, dass im unteren Teil der Figur, welcher der linken Seite der Knospe entspricht, die beiden Keimblätter sich sehr deutlich von einander abheben, während in dem oberen Teil, der die andere Knospenhälfte wiedergibt, kaum eine solche Grenze zu konstatieren ist. Schon diese Asymmetrie ist so sonderbar, dass sie gerechte Zweifel an der Korrektheit der Zeichnung wachruft. Aber auch ohne dies müsste ich die Zuverlässigkeit der Figur in Abrede stellen, da ich trotz der Auflösung der Stützmembran in keinem Falle irgend welche Unbestimmtheit in der gegenseitigen Begrenzung der beiden Blätter gefunden habe. Stets, in den jüngsten wie in den ältesten Knospen, sah ich das Ektoderm scharf und klar von dem entodermalen Blatte geschieden, niemals habe ich ein Uebergreifen der Zellen des einen in das Gebiet des anderen wahrgenommen. Ich behaupte daher, dass Lang entweder sein Original ungenau wiedergegeben hat, oder dass dieses letztere selbst durch unangemessene Behandlung entstellt war.

Uebrigens scheint es Lang wohl gefühlt zu haben, wie wenig überzeugend trotz alledem seine Zeichnung geblieben ist. Er sucht deshalb nach weiteren Gründen, welche die Herkunft des Knospenentoderms von dem Ektoderm des Polypen erhärten sollen. Da spielt denn zunächst „der Umstand, dass im Entoderm bis zu diesem Stadium der Knospung in keinem Falle Zellteilungen beobachtet wurden", eine große Rolle. Aber dieser Mangel wird nicht sowohl dem Entoderm als vielmehr dem Beobachter zur Last gelegt werden müssen. Ich kann versichern, dass auf jedem Stadium der Knospung Teilungsfiguren im Entoderm auftreten und dass sie hier verhältnismäßig nicht seltener sind als im Ektoderm. An und für sich mag die Zahl der Kinesen im Entoderm freilich etwas geringer sein. Aber auch die Zahl der Zellen ist kleiner, weil die einzelne Entodermzelle einen viel größeren Raum einnimmt als die Zelle des Ektoderms. Im Allgemeinen kann ich mich hier auf das Zeugnis Pfitzner's berufen, der die Kernteilung der grünen *Hydra* zum Gegenstande eines besonderen Studiums

gemacht hat. „Die beigegebenen Abbildungen", sagt er[1]), „sind meistens dem Ektoderm entnommen, nicht als ob ich hier die meisten Teilungsfiguren gefunden hätte, sondern weil sie hier am deutlichsten waren; bei den Entodermzellen wird die Beobachtung häufig sehr erschwert durch die im Zellleib befindlichen Einlagerungen". Dies letztere ist vielleicht auch der Grund, warum Lang im Entoderm keine Zellvermehrung hat konstatieren können.

„Dann aber", fährt Lang fort, „sind diese jungen resp. indifferenten Ektodermzellen [i. e. Entodermzellen] durch Größe und Bau so von den übrigen Ektodermelementen und von den Entodermzellen so verschieden, dass eine Verwechslung absolut ausgeschlossen ist". Nun, zugegeben, eine Verwechslung dieser Zellen sei ausgeschlossen, so wäre doch deshalb noch nicht die Abstammung ausgeschlossen. Lang selbst nimmt doch wohl an, dass die indifferenten Ektodermzellen gleichen Ursprungs sind wie die übrigen Ektodermelemente. Weshalb sollten dann nicht auch die jugendlichen Entodermzellen gewisse Unterschiede von den älteren erkennen lassen? Aber bezüglich der Kerne zweifle ich sehr, dass dergleichen Unterschiede existieren. Nach Lang sollen die Entodermzellen der Knospe kleinere Kerne besitzen, das Chromatin soll in ihnen gleichmäßig verteilt, das Kernkörperchen nicht gut sichtbar sein. Von einer Verschiedenheit in der Struktur des ruhenden Kerns — dieser bildet doch wohl den Maßstab, obgleich der Hinweis auf das schwer sichtbare Kernkörperchen mich bedenklich macht — finde ich garnichts. Die Kerne der embryonalen Entodermzellen sind durchschnittlich ein wenig kleiner als die der verdauenden Zellen, aber durchaus nicht so sehr, dass jede „Verwechslung" ausgeschlossen wäre. Ich glaube, dass sich die Differenz aus der verschiedenen Funktion der Zellen erklärt. Auch die interstitiellen Kerne des Ektoderms sind ja kleiner als die der peripheren Zellschicht des nämlichen Blattes.

Dass „zipfelförmige, bald spitze, bald abgerundete Ausläufer" der jungen Entodermzellen darauf hinweisen, „dass sie sich in einer Art amöboider Bewegung befanden", vermute ich auch. Dass aber die Zellen vermöge dieser amöboiden Bewegung aus dem Ektoderm in das Entoderm eingewandert sind, halte ich nicht für notwendig.

Dass ein Teil der in Fig. 11 gezeichneten Entodermzellen „abgestoßen" wird, ist eine ganz willkürliche Annahme. Auch die entsprechende Partie in Fig. 12 wird nicht abgestoßen, sondern gehört zu einer jener Entodermfalten, die in unserer Textfigur 5 sichtbar sind und deren senkrecht in die Schnittfläche hineinragende Scheitel von ihrer Basis leicht abgetrennt werden können.

---

1) Beiträge zur Lehre vom Bau des Zellkerns und seinen Teilungserscheinungen von Wilh. Pfitzner. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 22 (1883), S. 618.

Fig. 13, die letzte, die für die Einwanderung ins Feld geführt wird, ist belanglos, da laut Erklärung die Knospe unterhalb der Spitze getroffen wurde, die Blätter also schräg durchschnitten sind[1]).

Es sei mir gestattet, hier einige weitere Bemerkungen über die Knospung bei *Hydra* anzuschließen.

Fraglich kann nur das Eine sein, wo die neu sich bildenden Entodermzellen der jungen Knospen herstammen.

Zunächst kommt in Betracht, dass das Entoderm ebenso wenig wie das Ektoderm der embryonalen Zellen entbehrt, nur dass dieselben hier seltener sind als im Ektoderm. Dergleichen Zellen sind schon von K. C. Schneider[2]) beobachtet und als indifferente Zellen beschrieben worden. „Sie besitzen ungefähr die gleiche Form, wie die entsprechenden Elemente des Ektoderms, sind auch durchaus nicht größer als diese. Ihr Kern misst 0,009—0,01 mm, der Nucleolus 2—3 μ". Schneider konstatierte die Umbildung dieser Zellen in die sogenannten „Sekretzellen", während er den Uebergang in „Nährzellen", die andere Art der Zellen des Entoderms, nicht feststellen konnte. In der That beobachtet man auf Schnitten alle Zwischenstufen zwischen den embryonalen Zellen und den Sekretzellen, die sich durch Plasma-

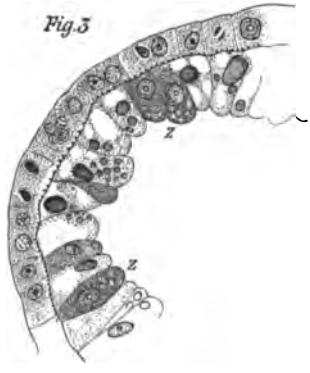


Fig. 3. Teil eines oberhalb der Knospenregion geführten Querschnittes durch *Hydra fusca*, kleine Form (Breslau; VIII, 1891), Vergr. 330. *z* embryonale resp. „Sekret"-Zellen im Entoderm. In den übrigen Entodermzellen sieht man die durch Karmin stark gefärbten Dotterballen.

1) Dass da, wo es sich um die Wahrnehmung der Grenzen zweier neben einander liegender Schichten handelt, Schrägschnitte nicht maßgebend sein können, ist schon oben (S. 105) betont worden. Aus demselben Grunde kann ich die Behauptung von W. B. Hardy (On some Points in the Histologie and Development of *Myriothela phrygia*. Quart. Journ. micr. sc., V. 32 (1891), p. 505 ff.), dass bei *Myriothela* die Knospen und insbesondere der Gonophor aus einem Blastem hervorgehen, welches durch Verschmelzung des ekto- und entodermalen Blattes des Muttertieres gebildet wird, nicht für bewiesen halten. Denn die Figur, welche uns die Verschmelzung darthun soll, Taf. XXXVI Fig. 10, ist nach einem Schrägschnitt entworfen, kann also keine deutliche Schichtung erkennen lassen. Da im übrigen Hardy sein Knospungsblastem aus beiden Blättern des Cölenteratenkörpers herleitet, so kann von einer Bestätigung der Befunde Lang's nicht die Rede sein.

2) Histologie von *Hydra fusca*. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 35 (1890), S. 359.

reichtum und stärkere Färbbarkeit vor den übrigen Konstituenten des Entoderms auszeichnen. In Fig. 2 des Textes sind zwei derselben, in Fig. 3 mehrere sichtbar.

Indessen glaube ich kaum, dass zwischen Nähr- und Sekretzellen eine scharfe Grenze zu ziehen ist. Ich vermute, dass die Sekretzellen selbst nur Vorstufen der Nährzellen sind, dass sie gewissermaßen Reservenährzellen repräsentieren, die im Bedarfsfalle zu wirklichen Nährzellen sich umbilden können.

Wie dem nun auch sein mag, so ist doch jedenfalls so viel sicher, dass in den embryonalen Zellen des Entoderms ein Material vorliegt, von welchem Neubildungen dieses Blattes ausgehen können. Ich rechne dahin vor Allem das Entodermgewebe der Knospen. Die Ableitung desselben aus den embryonalen Zellen erscheint um so natürlicher, als auch die letzteren zu den subepithelialen Zellen gehören. Wir treffen sie in der Tiefe des drüsigen Epithels, in unmittelbarer Nähe der Stützlamelle. Hier begegnet uns auch zuerst das neugebildete Entoderm der jungen Knospe, das sich als einfache Schicht kleiner, plasmareicher und, wie es scheint, membranloser Zellen unterhalb des funktionierenden Entoderms neben der Stützmembran anlegt (s. Textfigur 4, bei K^1). Es kann uns von Wert sein, dass die Existenz embryonaler Zellen im Entoderm von einem Forscher nachgewiesen wurde, dem die Berücksichtigung der Knospungsverhältnisse fern lag und der lediglich histologische Zwecke im Auge hatte.

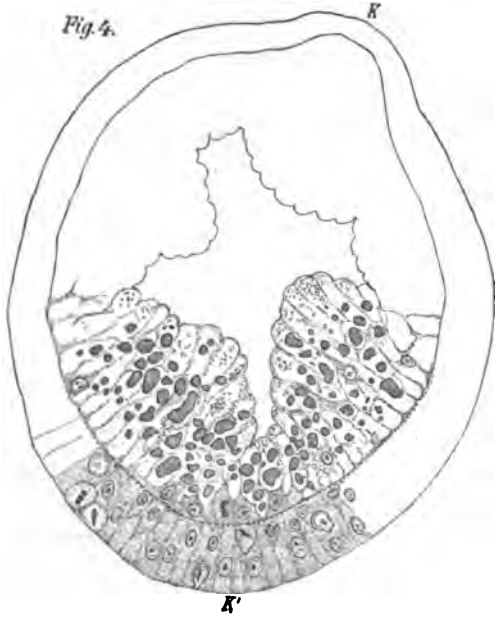


Fig. 4. Querschnitt durch die Knospungszone von *Hydra fusca*, kleine Form (Breslau; VIII, 1891), Vergr. 330. *K* Ursprungsstelle einer kurz vor der Loslösung stehenden Tochterknospe. K^1 Anlage einer äußerlich noch nicht sichtbaren zweiten Tochterknospe. Beide Blätter sind hier durch die Stützlamelle und die an der Außenseite derselben befindlichen Längsmuskelfasern geschieden. Teilungsfiguren im Ekto- und Entoderm. In der Tiefe des letzteren, der Stützmembran anliegend, hat sich eine Reihe von embryonalen Zellen gesammelt, welche das Entoderm der Knospe bilden. Die dunkeln Körper in den älteren Entodermzellen sind Dotterballen.

Zweifelhaft bleibt immerhin, ob die embryonalen Zellen die einzigen Konstituenten des inneren Blattes sind, welche Neubildungen hervorzurufen vermögen; ob die Ausgaben der Knospung (wie bei den phylaktolämen Bryozoen) allein aus dem Fonds embryonalen Zellmateriales bestritten werden, welcher in dem gegenwärtigen Organismus keine unmittelbare Verwendung gefunden, sich nicht an der Lebensarbeit desselben beteiligt hatte. Durch direkte Beobachtung dürfte das schwer zu entscheiden sein; wenn man aber die kolossale Leistungsfähigkeit einer *Hydra* sowohl im Punkte der Regeneration als der Knospung in Betracht zieht, so wird man es kaum für wahrscheinlich halten. Und da in der That selbst die am weitesten differenzierten Entodermelemente, die Nährzellen, sich nachweislich durch Teilung fortpflanzen, so möchte ich glauben, dass die auf diese Weise fortwährend neu entstehenden Zellen die Fähigkeit haben, sich in embryonale Zellen zurückzuverwandeln, und dass sie von dieser Fähigkeit in allen den Fällen Gebrauch machen, wo der Polyp die Maximalgrenze seines individuellen Wachstums erreicht hat und dem hinzukommenden Material keine Unterkunft mehr zu bieten vermag. Die Teilungsprodukte der funktionierenden Entodermzellen würden alsdann gerade so zur Vermehrung der embryonalen Zellen des Entoderms beitragen, wie es die peripheren (Deck-) Zellen des Ektoderms gegenüber dem interstitiellen Gewebe thun.

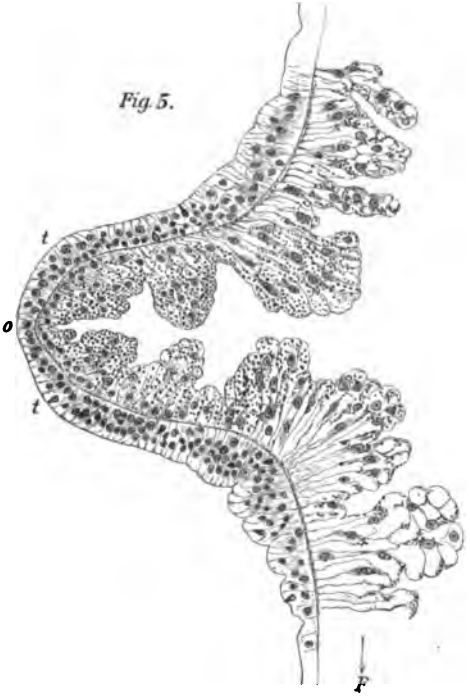


Fig. 5. Medianer Längschnitt durch eine Knospe von *Hydra fusca*, große Form (Breslau; VIII, 1891), Vergr. 86, Detail nach stärkerer Vergrößerung gezeichnet.
F Fußende der Mutterpolypen.
o Stelle der künftigen Mündung des Tochterpolypen.
t Region der Tentakeln.
Die dunkeln Punkte im Entoderm sind Dotterkörner.

Jene Kuppe von embryonalen Entodermzellen, welche im jüngsten Stadium der Knospe der Stützlamelle unmittelbar anliegt, ist auch auf späteren Stadien noch deutlich nachweisbar. Am längsten erhält sie sich im Bereich der Tentakelzone (Fig. 5, *t*) und da, wo die Mundöffnung durchbricht (Fig. 5, *o*). Außerdem aber gehen unzweifelhaft auch die funktionierenden Entodermzellen des Mutterpolypen, welche an der Ursprungsstelle der Knospe gelegen waren, in die letztere über. Sie sind von vornherein durch größeren Dotterreichtum vor den übrigen Entodermzellen ausgezeichnet und lassen diese Eigenschaft auch noch bei weit entwickelten Knospen (Fig. 5), ja bei solchen erkennen, die unmittelbar vor der Loslösung stehen. Sie enthalten das Nährmaterial, welches dem jungen Polypen bis zu seiner vollen Entfaltung die Mittel der Existenz bietet.

Bei *Hydra viridis* treten an Stelle der Dotterballen die grünen Zellen. Auch hier ist schon bei jungen Knospen unterhalb des älteren Ektodermgewebes eine Schicht von Kernen bemerkbar, welche inmitten einer kaum in einzelne Zellterritorien gegliederten Plasmazone der Stützmembran anliegen.

Ich würde die Arbeit von Albert Lang keiner ausführlichen Widerlegung für wert gehalten, die übereinstimmenden Angaben zuverlässiger Beobachter nicht durch nochmalige Untersuchung erhärtet haben, wenn nicht Weismann jene Arbeit vor Kurzem einer ganz neuen Theorie der tierischen Knospung zu Grunde gelegt hätte.

Thatsächlich ist ja auch Weismann der geistige Urheber der Arbeit Lang's, für welche dieser nur das gefügige Werkzeug war. In dem Vorwort zu der genannten Schrift, sowie in seinem zusammenfassenden Buch über das Keimplasma, bekennt Weismann[1]), ihm sei „die Vermutung, dass es so sein müsse", dass nämlich die Knospe der Hydroiden lediglich vom Ektoderm gebildet werde, „durch rein theoretische Erwägungen erst gekommen". Wenn nun Weismann hinzufügt, dass Untersuchungen, welche Herr Albert Lang auf dem Freiburger Zoologischen Institut auf seine (Weismann's) Bitte ausführte, ergeben haben, „dass es sich wirklich so verhält", so wird man geneigt sein, hier einen circulus vitiosus besonderer Art zu konstatieren, in dem die Untersuchungen, auf welche Weismann seine Theorie stützt, auf Grund der durch eben diese Theorie bedingten „Vermutung, dass es so sein müsse", und zwar von der Hand eines Schülers ausgeführt wurden.

Die Gründe, warum „es so sein müsse", formuliert Weismann in folgender Weise. „Es schien mir schwer vorstellbar, wieso nun doch die Knospung so fest und gesetzmäßig an ganz bestimmten Stellen des Polypen und Polypenstockes erfolgen könne, wie es doch that-

1) Das Keimplasma. Eine Theorie der Vererbung. Jena 1892. S. 206.

sächlich in so vielen Fällen geschieht. Die Annahme, dass alle Zellen des Ektoderms und Entoderms mit dem erforderlichen Neben-Idioplasma in gleicher Weise ausgerüstet seien, war durch die eben erwähnte Gesetzmäßigkeit der Knospung ausgeschlossen. So kam ich auf den Gedanken, es möchte wohl das ‚Knospungs-Keimplasma' nicht auf beide Keimblätter verteilt, sondern in einem allein enthalten sein, und da wir wissen, dass bei den Hydroiden die Bildung der Keimzellen stets von Ektodermzellen ausgeht, so durfte erwartet werden, dass auch das Knospungs-Idioplasma in Zellen des Ektoderms enthalten sein werde" (Keimplasma S. 206).

Weismann zieht also aus der Thatsache, dass die Knospung nur in bestimmten Regionen des Körpers von Statten geht, den Schluss, dass nicht alle Zellen des Ektoderms und Entoderms mit dem erforderlichen Knospungs-Keimplasma versehen seien. Schon dieser Schluss ist ein sehr gewagter. Schneidet man eine knospende *Hydra* derart quer durch, dass die Knospungszone nur in dem einen Teilstück erhalten bleibt, in dem anderen aber nicht, so müsste nach Weismann dieses letztere unfähig sein, sich weiterhin im Wege der Knospenbildung zu vermehren. Gleichwohl unterliegt die Thatsache keinem Zweifel, dass dieses Stück sich zu einem vollständigen Polypen ergänzt und alsdann ebenso gut wie das andere Knospen treibt. Es ist also evident, dass das „Knospungs-Keimplasma" nicht nur auf die Knospungszone allein beschränkt sein kann.

Wir werden vielmehr zu der Annahme berechtigt sein, dass die Knospung sich lediglich aus Zweckmäßigkeitsrücksichten in einer bestimmten Körperzone lokalisiert hat, indem hier vermutlich einerseits die Zellen die günstigsten Existenzbedingungen im Haushalte des Individuums fanden, ein Substanzverlust also am leichtesten verschmerzt werden konnte, und indem andrerseits an dieser Stelle das Muttertier durch die anhaftenden Tochter- und Enkeltiere am wenigsten belästigt wurde. Denn es ist klar, dass ein festsitzendes Tier, dem am eigenen Leibe fresslustige Konkurrenten erwachsen, in seinem Nahrungserwerb dadurch erheblich geschädigt wird, um so mehr, je näher die Tochtertiere die Region seiner Mundöffnung berühren. Und es ist ferner klar, dass die Tochtertiere sich nicht so kräftig entwickeln könnten, wenn sie an einem Orte entständen, wo das stärkere Muttertier ihnen den größten Teil der zufließenden Nahrung vorwegnähme.

Uebrigens aber gibt es Hydren, bei denen die Knospen über die ganze Oberfläche des Leibes zerstreut sitzen, wo also von einer bestimmt umschriebenen Knospungszone nicht die Rede ist. Ein solches Individuum hat Trembley in seiner Geschichte der Polypen auf Taf. VIII Fig. 8 abgebildet[1]).

1) Es ist dies jener merkwürdige Fall, wo 19 Tochter- und Enkeltiere an einem einzigen Mutterpolypen festsitzen. Die Korrektheit der Zeichnung ist

Geben wir indessen zu, dass Weismann mit seiner Annahme Recht hätte, — was könnte uns dann zu der Folgerung nötigen, es möchte „das Knospungs-Keimplasma nicht auf beide Keimblätter verteilt, sondern in einem allein enthalten sein“? Welcher Grund liegt zu solch einer Behauptung vor? Die Schwierigkeit, zu erklären, warum nur an einer bestimmten Stelle des Polypen die neuen Knospen gebildet werden, bleibt doch dieselbe. Ja sie wird insofern vergrößert, als die Lokalisation des Knospungs-Keimplasmas nunmehr eine noch bestimmtere geworden ist, und man nicht allein die Frage zu beantworten hat, warum die Knospen vorzugsweise in einer bestimmten Region der gesamten Leibeswand ihre Entstehung nehmen, sondern auch die, warum innerhalb dieser Region nur gewisse Zellen des einen Keimblattes mit der Aufgabe, Knospen zu bilden, betraut sind.

Welches ist denn nun aber das eine Keimblatt, welches ausschließlich als Träger der Knospungstendenz gelten soll? Auch das hat Weismann schon a priori entschieden. „Da wir wissen, dass bei den Hydroiden die Bildung der Keimzellen stets von Ektodermzellen ausgeht, so durfte erwartet werden, dass auch das Knospungs-Idioplasma in Zellen des Ektoderms enthalten sein werde“.

Wenn dergleichen Gründe stichhaltig sind, so ist wohl die nächstliegende Folgerung die, dass wir überall, wo eine Knospung stattfindet, dasjenige Blatt, von dem die Bildung der Keimzellen ausgeht, auch für die Knospenbildung, und zwar ausschließlich, in Anspruch zu nehmen haben. Es wäre demnach bei den Bryozoen das Mesoderm der alleinige Knospenbildner, bei den Tunicaten der gleichfalls mesodermale Genitalstrang. Wenigstens sehe ich keinen Grund, weshalb diese Tiergruppen eine Ausnahme machen sollten, wenn „rein theoretische Erwägungen“ genügten, um hinsichtlich der Hydroiden die Ueberzeugung zu wecken, „dass es so sein müsse“.

Zunächst aber scheint mir die Behauptung nicht zuzutreffen, dass die ektodermale Natur der Geschlechtsprodukte der Hydroiden erwiesen sei. Wenn das für einige Hydroiden geschehen ist, ist es doch lange noch nicht bei allen der Fall. Bei einer ganzen Reihe von Formen hat bisher lediglich ein entodermaler Ursprung der Keimzellen konstatiert werden können, alles andere ist Hypothese. Selbst

---

um so weniger zweifelhaft, als Trembley das lebende Original selbst gezüchtet und über seine Entstehung Buch geführt hat. Reichliche Nahrung und der Umstand, dass der Mutterpolyp von der Oberfläche des Wassers frei herabhing, begünstigten die Entwicklung der Kolonie (Trembley, Leidener Ausg. S. 176 ff., Göze'sche Uebers. S. 236). Auch erwähnt Trembley ausdrücklich, dass die Knospen nicht an einen einzigen bestimmten Ort gebunden seien, sondern im ganzen vorderen Körperabschnitt, d. h. auch oberhalb der eigentlichen Knospungszone, hervorwachsen könnten (Leidener Ausg. S. 164 ff., Göze S. 220).

da, wo man sich um die ektodermale Herkunft der Keimzellen besonders bemüht hat, ist es nicht immer gelungen, sie zu beweisen; eine Notiz, wie diejenige Ischikawas „über die Abstammung der männlichen Geschlechtszellen bei *Eudendrium racemosum*“ [1]) kann nicht wohl als Beweis gelten. Sogar bei *Hydra* sind Zweifel nicht ausgeschlossen. Die letzten eingehenden Untersuchungen, welche der Entwicklungsgeschichte dieser Gattung gegolten haben, rühren von August Brauer her. Brauer erörtert ausführlich die Frage nach der Herkunft des interstitiellen Gewebes, zu welchem, wie allgemein anerkannt wird, auch die Geschlechtsprodukte gehören. Aus der Art aber, wie Brauer sich über diesen Punkt ausspricht [2]), fühlt man deutlich die Ungewissheit heraus, die bei ihm über den Ursprung des Zwischengewebes herrscht. Brauer gibt schließlich zu, dass das Zwischengewebe auch vom Entoderm abstammen könne und dass es als eine Art Mesoderm aufzufassen sei.

Mir selbst ist freilich die ektodermale Natur des interstitiellen Gewebes nicht zweifelhaft. Mag auch in der frühesten Zeit der Entwicklung das Verhältnis nicht völlig klar sein, so sind doch später die Zellen der Zwischenschicht überall so scharf von dem inneren Blatte getrennt, mit dem äußeren dagegen so innig verbunden, dass ich sie nur für Bestandteile dieses letzteren halten kann. Ich glaube, dass die interstitiellen Zellen während des ganzen Lebens der *Hydra* aus oberflächlichen Ektodermzellen entstehen können und nur der Lage nach von diesen verschieden sind. Da nun aus ihnen die Geschlechtsprodukte hervorgehen, so habe ich nichts dagegen, wenn man dieselben gleichfalls dem Ektoderm zuzählt. Ja, ich will die Wahrscheinlichkeit zugeben, dass auch für alle übrigen Hydroiden ursprünglich ein ähnliches Verhältnis bestanden hat: Für die Knospung folgt daraus garnichts.

Auch Weismann ist nicht immer der Meinung gewesen, dass das „Knospungs-Idioplasma“ allein in den interstitiellen Zellen enthalten sein könne.

Am 11. Oktober 1890 unterzeichnete Weismann einen gegen Nussbaum gerichteten Aufsatz über Ischikawa's Umkehrungs-Versuche an *Hydra* [3]). Nussbaum hatte behauptet, dass abgeschnittene Tentakelstücke von *Hydra* deshalb zur Regeneration nicht geeignet seien, weil ihnen ein wichtiges Arbeitsmaterial, die interstitiellen Zellen, fehlte. Dagegen wendet sich Weismann. In dem genannten Aufsatz heißt es auf S. 637: „Inzwischen hat freilich Ischikawa durch seine Versuche nachgewiesen, dass von einem aufgeschnittenen Polypen, dessen Entodermzellen durch Essigsäuredämpfe

1) Zeitschrift f. wiss. Zoologie, Bd. 45 (1887), S. 669—671.

2) Zeitschr f. wiss. Zool., Bd. 52 (1891), S. 196 ff.

3) Bemerkungen zu Ischikawa's Umkehrungs-Versuchen an *Hydra*. Von August Weismann. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 36 (1890), S. 627 ff.

getötet, dessen Ektoderm- samt intermediären Zellen aber lebendig geblieben waren, eine Regeneration nicht mehr ausgehen kann. Damit ist also bewiesen, dass das Vorhandensein von Entodermzellen zur Wiederherstellung des Ganzen unentbehrlich ist, dass die intermediären Zellen zur Umwandlung in Entodermzellen nicht eingerichtet sind. A priori hätte das Niemand wissen können".

Am 11. Oktober 1890 war das also bewiesen. Es war erstens bewiesen, dass Entodermzellen zur Wiederherstellung des Ganzen unentbehrlich sind, und es war zweitens bewiesen, dass die intermediären Zellen zur Umwandlung in Entodermzellen nicht geeignet sind.

Am 12. November 1891 (Vorwort zu Lang) ist das Nämliche nicht allein nicht mehr bewiesen, sondern es zählt auch nicht einmal unter den zu berücksichtigenden Befunden. Da ist es a priori gewiss, dass die Entodermzellen des Polypen das Entoderm der Knospe nicht bilden können; die Entodermzellen sind entbehrlich geworden. Da sind eben jene intermediären Zellen, wegen deren Ueberschätzung Nussbaum ein Jahr zuvor angegriffen ward, nicht nur zur Umwandlung in Entodermzellen vollkommen geeignet, sondern sie sind, sie ganz allein, zur Wiederherstellung des Ganzen notwendig!

Was 1890 Ischikawa in Freiburg bewiesen hatte, das hat 1891 ein anderer Schüler von Weismann bis auf den letzten Rest ausgelöscht. —

Dass die Bestätigung, welche die so schnell wechselnden Ansichten Weismann's durch die Arbeit von Albert Lang erfahren haben, illusorisch ist, habe ich oben gezeigt.

Jetzt noch einige Worte über die neuen Gesichtspunkte, die Weismann für die Knospung des Cölenteraten als maßgebend hinstellt.

Bisher war man der Ansicht, dass die Knospung sich dadurch prinzipiell von der geschlechtlichen Fortpflanzung durch Eier unterscheide, dass die Vertreter mehrerer Keimblätter, zum wenigsten zweier, durch ihr Zusammenwirken die Anlage des neuen Individuums begründeten. Dies war für die Tunicaten, die Bryozoen, die Würmer und, wie man glauben durfte, auch für die verschiedenen Gruppen der Cölenteraten sicher gestellt. Nun soll für die letzteren, insbesondere für die Hydroiden, nur ein Keimblatt, das Ektoderm, die Knospungspotenzen enthalten.

Wie unpraktisch verfährt da die Natur! An einer Stelle, wo beide primären Keimblätter zu ihrer Verfügung sind, vermeidet sie es gleichsam geflissentlich, das eine derselben zu benutzen, und nur das andere stellt sie in ihre Dienste. So muss nun nicht nur das Ektoderm ein neues Entoderm bilden, sondern das neugebildete Entoderm muss auch das alte, noch vollkommen funktionsfähige Entoderm verdrängen,

um an seiner Stelle zunächst ganz dasselbe zu leisten wie dieses, d. h. in den Verband der resorbierenden Fläche zu treten. Warum die alten Entodermzellen ihres Amtes entsetzt werden, dafür kann nur der eine Grund existieren, dass sie, wie Weismann annimmt, zur Beteiligung an der Knospenbildung nicht fähig sind. Weshalb aber nicht, wenn doch die Ektodermzellen dazu fähig sind, das möchte schwer zu erklären sein.

Lassen wir es immerhin gelten, dass die Natur auf so seltsamen Umwegen zu ihrem Ziele gelangt. Nehmen wir an, das Ektoderm liefert die neue Knospe. Welcher Teil des Ektoderms ist aber dazu im Stande? Eine einzige Zelle, nach Weismann. „Jede Knospung", heißt es a. a. O. S. 208, „wird ursprünglich nur von einer Zelle ausgehen, wenn sich dies auch bisher nicht direkt nachweisen ließ, und bei der ersten oder doch bei den ersten Teilungen der die Knospung hervorrufenden Zelle wird sich die Determinanten-Gruppe des Ektoderms von der des Entoderms trennen, und die Träger der letzteren werden durch die sich auflösende Stützlamelle in das alte Entoderm einwandern. Das Weitere ergibt sich dann von selbst".

Was sich von selbst ergibt, das ist nun, wie ich meine, nichts anderes, als dass diese ganze sogenannte Knospung eine besondere Art von parthenogenetischer Ei-Entwicklung ist. Denn wenn eine Zelle alle Keimblätter und ein vollständiges Individuum zu bilden im Stande ist, dann entspricht diese Zelle allen Anforderungen, die wir billigerweise an ein Ei stellen dürfen. Sie hat mit den parthenogenetisch sich entwickelnden Eiern das gemein, dass sie keiner Befruchtung bedarf, und sie hat nur das Besondere, dass sie einer solchen wahrscheinlich überhaupt nicht fähig ist. Also endlich die vielberufene „Spore"!

In diesem Punkte scheint übrigens Lang seine „Aufgabe" nicht ganz richtig erfasst zu haben. „Wir sahen", heißt es auf S. 381 der bewussten Arbeit, „dass die Ektodermverdickung, das erste Stadium der Knospung, nicht von einer Ektodermzelle ausgeht, sondern durch gleichzeitige Teilung vieler Ektodermzellen zu Stande kommt". Weiter unten spricht er von einer „multipolaren Einwanderung von Ektodermzellen". Die Spore harrt also einstweilen noch ihres Entdeckers, wenngleich sie theoretisch bereits gefunden ist.

Ja, schon vor langer Zeit! Denn die Gedanken Weismann's sind nicht etwa neu, so geistreich sie sein mögen. Sie sind nur bisher nicht immer so siegesgewiss einhergeschritten.

Zehn Jahre vor Weismann schrieb W. Marshall in seiner „Polypenlogik" [1]) wie folgt: „Diese Knospen [der *Hydra*] entstehen an derselben Stelle, wo später die Eierkapseln entstehen, und unterscheiden sich in ihrer Anlage in nichts [??] von den Sexualorganen.

1) Zeitschrift f. wiss. Zoologie, Bd. 37 (1882), S. 695.

Sollte es nach alledem zu viel gethan sein, wenn wir in den *Hydra*-Knospen die Homologa der Geschlechtsorgane und zunächst der weiblichen der Hydren und damit der Medusen anderer Hydroidpolypen erblicken wollen? Ich glaube kaum".

Und hundert und einige Jahre vor Marshall meinte Ch. Bonnet in seiner Contemplation de la nature[1]), dass die *Hydra*-Knospen ursprünglich wohl Ei-artige Körper seien, die sich im Muttertier selbst zu einem neuen Polypen entwickelten. „Dans leur premier état, ce sont peut-être aussi des corps oviformes; ils se montrent ensuite sous la forme d'un petit bouton, qui grossit et s'allonge par degrès, et ce bouton est lui-même un vrai polype".

Ganz ähnliche Gedanken kann man bei Trembley, Schäffer und Rösel finden. Es scheint also, dass dieselben schon an der Wiege unseres heutigen Knospungsbegriffes gestanden haben. Es muss wohl Gründe gegeben haben, warum die ersten, von solchen Ideen beherrschten Beobachter diesen Ideen entsagten und eine andere Zeugungsform, als Ausnahme von der Regel, anerkannten.

Aber noch im Jahre 1820 bezeichnete Schweigger, in seiner Naturgesch. der skelettlosen ungegliederten Tiere S. 321, die Ansicht, dass die *Hydra*-Knospen als besondere Individuen aus den in der Substanz der Mutter versteckten Eiern hervorgingen, als die gewöhnliche. Er fand sich bewogen, dieselbe auf S. 343 auch mit Beziehung auf die Korallenstöcke zu erörtern. Man kann demnach nicht behaupten, dass der Standpunkt Bonnet's, auf den sich Schweigger ausdrücklich beruft, allzu rasch und kritiklos verlassen worden sei.

Bonnet, dessen philosophische Spekulation fast schrankenlos sich ergehen konnte, der noch nicht durch das reiche Thatsachenmaterial mikroskopischer Detailforschung gehemmt war, glaubte gleichwohl der Natur ein „Vielleicht" schuldig zu sein. Weismann, bei seiner Wiedererweckung der alten Idee, bedarf dieses „vielleicht" nicht mehr. Er weiß a priori, „dass es so sein muss".

Bleibt zu erwarten, dass man demnächst die Entdeckung macht, die als Knospung gedeutete Art der ungeschlechtlichen Fortpflanzung im Tierreich sei eigentlich garnichts anderes als eine verkappte Form von Parthenogenesis, eine solche nämlich, bei der das befruchtungsunfähige Ei sich schon im Mutterleibe entwickelt und entweder zeitlebens mit demselben verbunden bleibt oder nach Abschluss der Entwicklung sich von ihm trennt, um dann eine selbständige Existenz zu führen.

Für die Cölenteraten wenigstens ist Aussicht vorhanden, dass diese Erwartung in Bälde erfüllt wird. „Was zunächst die übrigen Cölenteraten betrifft", sagt Weismann a. a. O. S. 209, „so sind die Unter-

1) III. éd., Yverdon 1768, t. I, p. 379. Vgl. auch Bonnet, la palingénésie philosophique, Génève 1769, t. I, p. 102 ff.

suchungen erst noch zu machen, welche nachweisen sollen, ob bei den Korallenpolypen, den höheren Medusen und den Rippenquallen der Knospungsprozess ebenfalls nur scheinbar von beiden Leibesschichten des Tieres ausgeht, in Wirklichkeit aber doch auch nur von einer. Da man an diese Möglichkeit bisher nicht dachte [s. Trembley, Bonnet], so könnten auch hier Zellenwanderungen übersehen worden sein".

Ein Knospungsprozess, der bei den Rippenquallen beobachtet wäre, ist mir freilich bisher nicht bekannt geworden. Wenn aber Weismann vermutet, „dass es so sein müsse", so wird er vorhanden sein, und ohne Zweifel wird die Knospung auch hier von dem Ektoderm, und zwar von einer Zelle desselben, ihren Ausgang nehmen.

November 1893.

Die Fortpflanzung der Foraminiferen und eine neue Art der Kernvermehrung.

Vorläufige Mitteilung.

Von **Fritz Schaudinn.**

Aus dem zoologischen Institut zu Berlin.

Unsere Kenntnisse über die Fortpflanzung der Foraminiferen sind bekanntlich nicht sehr vollständig, es dürften daher einige Mitteilungen über diese Frage erwünscht sein. Seit $1^1/_2$ Jahren mit dem Studium lebender Foraminiferen beschäftigt, habe ich Gelegenheit gehabt, die Fortpflanzung bei einer größeren Anzahl von Formen zu beobachten und will ich ganz kurz einige Beispiele anführen, um mein allgemeines Resultat zu rechtfertigen. —

I. *Calcituba polymorpha* Roboz.

Bei dieser festsitzenden, kalkschaligen, niedrig organisierten Miliolide teilt sich der vielkernige Weichkörper innerhalb der Schale in zwei oder mehr (bis 10) Teile, die ein- bis vielkernig (60 und mehr Kerne) sein können. Diese Teilstücke wandern als nackte Plasmodien unter lebhafter Pseudopodienbildung aus der Schale heraus und setzen sich an geeigneter, d. h. nahrungsreicher Stelle fest. Dann beginnt die Abscheidung der Schale und das für *Calcituba* charakteristische Wachstum. Vor der Schalenbildung kann das Plasmodium sich auch noch ein- oder mehrere Male teilen, oder selbst längere Zeit (über $^1/_4$ Jahr) als selbständiger, amöbenähnlicher Organismus leben.

II. *Miliolina seminulum* L.

Der gesamte vielkernige Weichkörper fließt unter reicher Pseudopodienentwicklung durch die Schalenmündung heraus und lagert sich vor derselben in Gestalt eines unregelmäßigen Klumpens; dieser teilt sich dann in zahlreiche (20—50) Teilstücke von verschiedener Größe,

welche Kugelgestalt annehmen, Schale absondern und in der für *Miliolina* charakterischen Weise weiterwachsen. Einzelne dieser Teilstücke wandern aber noch längere Zeit nackt umher und können sich noch mehrmals teilen; die Embryonen waren bei dieser Form meistens einkernig, doch habe ich auch mehrere Kerne (2—5) beobachtet.

III. *Ammodiscus gordialis* Pu. J.

Diese Form, welche ihre Schale aus Fremdkörpern (Sand) aufbaut, nimmt vor der Fortpflanzung Fremdkörper, besonders Kieselstückchen und Diatomeenschalen in das Plasma auf. Dann zerfällt der ganze Weichkörper innerhalb der Schale in zahlreiche (50—80) kuglige Teile, die je einen, seltener 2 oder mehr Kerne enthalten. Schon innerhalb der Mutterschale sondern die kugligen Embryonen ein chitinöses Schalenhäutchen ab, auf welchem die von der Mutter aufgespeicherten Fremdkörper haften bleiben. In diesem Zustand oder nachdem noch eine halbe Windung hinzugebaut wurde, verlassen sämtliche Embryonen das Gehäuse der Mutter durch die sehr weite Mündung desselben.

IV. *Discorbina globularis* d'Orbigny.

Hier erfolgt die Fortpflanzung ähnlich wie bei *Ammodiscus* durch Zerfall des Plasmas innerhalb der Kammern in kuglige Embryonen, die innerhalb der Mutterschale Kalkschale absondern und ein-, zwei- oder dreikammrig die Schale der Mutter aufbrechen und herauskriechen. Die Embryonen sind meist einkernig, doch auch 2—4kernige wurden gefunden. In dieser Weise erfolgte die Fortpflanzung bei *Discorbina* in den weitaus meisten beobachteten Fällen (43mal); nur 3mal, bei sehr dickschaligen Individuen, floss das Plasma wie bei *Miliolina* durch die Schalenmündung heraus und teilte sich erst außerhalb. Die Größe und Zahl der Embryonen war die gleiche wie bei der endogenen Entstehung derselben.

In ähnlicher Weise wie bei *Discorbina globularis* erfolgt die Ausbildung der Embryonen innerhalb der Schale und das Herauskriechen durch Aufbrechen der letzteren bei *Discorbina orbicularis* Terquem, *Planorbulina mediterranensis* d'Orbigny, *Truncatulina lobatula* Walker und Jakob und *Peneroplis pertusus* Forscål.

V. *Polystomella crispa* L.

Während diese Form gewöhnlich nur einen oder wenige Kerne besitzt, wird sie vor der Fortpflanzung vielkernig; das Plasma fließt in der gleichen Weise wie bei *Miliolina seminulum* heraus und teilt sich in zahlreiche (über 80) Embryonen, die mit Schale versehen werden und nach allen Seiten auseinanderkriechen. — Ebenso verhält sich *Patellina corrugata* Williamson.

Diese wenigen Beispiele, welche aber Vertreter verchiedener Foraminiferengruppen betreffen, genügen, wie ich glaube, um folgendes allgemeines Resultat zu rechtfertigen:

Die Fortpflanzung der Foraminiferen erfolgt durch Teilung des Weichkörpers in bei den einzelnen Individuen verschieden zahlreiche Teilstücke, welche Schale absondern und in der für die betreffende Species charakteristischen Weise weiter wachsen.

Es sind hierbei folgende Modifikationen zu beobachten:

I. Die Teilung des Weichkörpers, die Formgestaltung der Teilstücke und die Absonderung der Schale vollzieht sich innerhalb der Mutterschale. Die Embryonen verlassen die letztere durch die Mündung (*Ammodiscus*), oder, wenn die Mündung zu eng ist, durch Aufbrechen der Schale (*Discorbina*).

II. Die Teilung des Weichkörpers erfolgt innerhalb der Schale, die Formgestaltung und Schalenabsonderung der Teilstücke aber außerhalb, d. h. nachdem die letzteren als nackte Plasmodien die Mutterschale verlassen haben (*Calcituba*).

III. Die Teilung, Formgestaltung der Teilstücke und Schalenbildung erfolgen außerhalb der Mutterschale, d. h. nachdem der Weichkörper der Mutter als zusammenhängende Masse die Schale verlassen hat (*Miliolina*). —

Das Muttertier wird vor der Fortpflanzung stets vielkernig; die jungen Tiere (Teilstücke) sind zwar in den meisten Fällen einkernig, aber bisweilen auch mit wenigen (2—3) und selbst vielen Kernen versehen. —

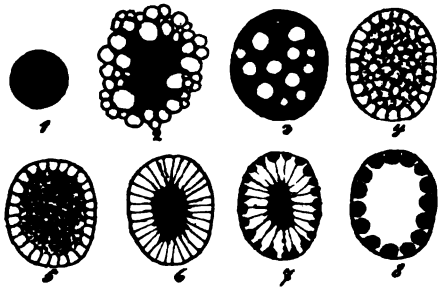
Auf die speziellen Kernverhältnisse kann ich hier nicht näher eingehen; ich will nur ganz kurz die Art der Kernvermehrung schildern, welche bei dieser Protozoengruppe allgemein verbreitet zu sein scheint, aber meines Wissens bisher noch nicht bekannt geworden ist.

Zweiteilung des Kerns oder auch nur eine Andeutung davon habe ich trotz genauen Suchens niemals gefunden. Vielmehr zerfällt bei allen untersuchten Formen der Kern, nachdem er eine Reihe von Veränderungen durchgemacht hat, in zahlreiche Tochterkerne. —

Die den Zerfall vorbereitenden Strukturveränderungen will ich in Kürze an den Kernen von *Calcituba polymorpha* Roboz erläutern und gleichzeitig erwähnen, dass alle bisher von mir untersuchten Foraminiferenkerne einen in den Hauptzügen ähnlichen Entwicklungsgang durchmachen. —

Die durch Zerfall eines größeren Kerns entstandenen kleinen Tochterkerne sind homogen, kompakt und membranlos. Das Chromatin erfüllt und verdeckt die achromatische Substanz so vollständig, dass

eine Struktur an diesen Kernen nicht wahrzunehmen ist (Fig. 1). Im einfachsten Falle sind es zähflüssige, mit Kernfärbemitteln sich intensiv und gleichmäßig färbende Kugeln. Doch zeigen dieselben meist schon frühe eine große Gestaltsveränderlichkeit; von der Oberfläche erheben sich häufig spitze Fortsätze, die mit tiefen Einbuchtungen abwechseln. In jeder dieser Buchten liegt eine sie genau ausfüllende Vakuole des umgebenden wabigen Plasmas, oder besser ein Flüssigkeitströpfchen (Fig. 2). Diese anfangs dem Kern nur dicht angelagerten Flüssig-



Acht aufeinander folgende Kernstadien von *Calcituba polymorpha* Roboz (schematisch).

keitströpfchen sinken allmählich tiefer in die Kernsubstanz hinein oder werden von ihr umflossen und auf diese Weise in das Kerninnere verlagert. Wenn eine größere Anzahl solcher Tropfen sich im Kern befindet, so rundet er sich ab (Fig. 3) und es beginnt die Abscheidung einer Membran. Die aus dem umgebenden Plasma in Tropfenform aufgenommene Flüssigkeit verteilt sich zunächst gleichmäßig in der Kernsubstanz und führt eine Auflockerung des Chromatins herbei, es erscheint infolgedessen die den Kern erfüllende Masse gekörnt und im Ganzen weniger intensiv gefärbt als vorher. Dann sammelt sich aber die Flüssigkeit, die wir von nun ab Kernsaft nennen können, in Form kleiner Tröpfchen in gleichmäßiger Verteilung im Kern an und vakuolisiert denselben. Die Substanzmassen, welche die Tröpfchen trennen, bestehen aus achromatischer Substanz, die dicht mit Chromatinkörnchen erfüllt ist. Als Ausdruck dieses vakuolären Baues erscheint auf optischen Durchschnitten derartiger Kerne ein Netzwerk, dessen aus achromatischer Substanz bestehende Fäden mit Chromatinbrocken besetzt sind (Fig. 4). Die oberflächlichen, der Membran angelagerten Flüssigkeitströpfchen sind regelmäßig radiär angeordnet, weshalb auf optischen Durchschnitten an der Peripherie eine radiäre Streifung oder das Bild eines Alveolarsaums erscheint (Fig. 4). Das auf diesem Stadium noch feinkörnige und gleichmäßig im achromatischen Gerüst verteilte Chromatin wird nun allmählich an einer Stelle des Kerninnern, meist im Zentrum lokalisiert, d. h. dichter zusammengelagert. Es entstehen größere Brocken von unregelmäßiger Gestalt, welche das vakuoläre Gerüstwerk im zentralen Teil undeutlich machen. Um so deutlicher tritt aber die periphere Alveolarschicht hervor, weil sämtliches Chromatin aus ihr entfernt und nach dem Zentrum zusammengezogen wird (Fig. 5). Die Zusammenziehung des Chromatins

schreitet so lange fort, bis im Zentrum schließlich ein solider, strukturloser, scheinbar nur aus Chromatin bestehender Klumpen liegt (Fig. 6). Die Alveolarschicht hat bei diesem Vorgang eine Umwandlung erlitten, es sind nämlich an die Stelle der mit Flüssigkeit gefüllten Waben Fäden getreten (Fig. 6).

Die Entstehung dieser achromatischen Fäden erkläre ich mir folgendermaßen: Bei der Zusammenziehung des zentralen Wabenwerks werden die peripheren, an die Membran befestigten Waben in die Länge gezogen, während gleichzeitig der im centralen Teil enthaltene Kernsaft in sie hineingepresst wird; die aus achromatischer Substanz bestehenden Wabenwände werden bei der Verlängerung der Waben verdünnt und schließlich so durchbrochen, dass von den gesamten Scheidewänden nur immer ein Pfeiler in der Mitte zwischen je drei aneinanderstoßenden Wabenräumen übrig bleibt.

Ob diese Annahme nun richtig ist oder nicht, soviel steht fest, dass das radiäre Fadenwerk dieses Stadiums (Fig. 6) aus der Alveolarschicht des vorigen (Fig. IV, V) entsteht. Wir haben also ein Kernstadium erreicht, das im Innern einen soliden Kernsubstanzklumpen (Chromatin und Achromatin) enthält, von welchem radiär nach allen Richtungen achromatische Fäden abgehen, die an der Membran inserieren (Fig. 6). —

Nun beginnt die gleichmäßige Zerteilung des zentralen Klumpens: kleine Brocken lösen sich von ihm los und begeben sich auf der Bahn der achromatischen Fäden an die Membran, wo sie an den Fadenanheftungsstellen zu kugligen Klumpen verschmelzen (Fig. 7). Auf diese Weise wird die ganze centrale Substanzmasse in zahlreiche, peripher gelegene Teilstücke zerlegt. Das Endresultat dieses Vorgangs ist ein bläschenförmiger Kern, in welchem eine große Anzahl kompakter, kugliger Körper, von starker Färbbarkeit, in gleichmäßiger Verteilung die Innenfläche der Kernmembran bedeckt, während der übrige Inhalt nur aus Kernsaft besteht (Fig. 8). Durch Auflösung der Membran treten diese Kugeln frei in das umgebende Plasma und stellen die Kerne dar, von welchen wir bei unserer Betrachtung ausgegangen sind.

Das Wesentliche an dem geschilderten Entwicklungsgang ist, dass homogene, membranlose Kerne durch Aufnahme von Flüssigkeit bläschenförmig werden und dass dann in diesen bläschenförmigen Kernen mit Hilfe eines achromatischen Fadenapparates eine gleichmäßige Zerteilung der Kernsubstanz (Chromatin und Achromatin) in zahlreiche Teilstücke erfolgt, die durch Auflösung der Kernmembran frei in das Plasma treten und nun selbständige Kerne darstellen. Dies gilt allgemein für alle von mir untersuchten Formen, während sich im Einzelnen mannigfaltige kleine Verschiedenheiten finden.

Auf die bisherigen Forschungen über die Fortpflanzungs- und Kernverhältnisse der Foraminiferen hier näher einzugehen, würde zu weit führen, ich will nur kurz erwähnen, dass die meisten der geschilderten Kernstadien schon von R. Hertwig, F. E. Schulze, Bütschli, Gruber und andern Forschern bei Foraminiferen beobachtet und beschrieben sind, nur gelang es bisher nicht, einen Zusammenhang der verschiedenen Kernstrukturen aufzufinden. Ja sogar im Zerfall befindliche Kerne sind von Hofer[1]) beobachtet worden und zwar bei *Polystomella*, doch scheint diese Angabe bisher der Beachtung entgangen zu sein. Hofer sagt l. c. S. 149: „Die Kerne zeigen meistens die Bläschenstruktur, bei einigen Individuen (von *Polystomella*) war aber ein Teil der Kerne in eine Unmenge kleiner scharf umgrenzter Körner zerfallen." Die Mutmassung dieses Autors, dass derartige Polystomellen sich im Stadium der beginnenden Fortpflanzung befanden, hat sich nach meinen Beobachtungen vollkommen bestätigt. —

Alles Nähere über die hier nur kurz angedeuteten Fortpflanzungs- und Kernverhältnisse der Foraminiferen, sowie ein Vergleich der Kernvermehrung bei diesen Protozoen mit den bekannten Kernvermehrungsarten wird in einer genauen und zusammenfassenden Darstellung des Lebens und der Organisation der von mir beobachteten Foraminiferen mitgeteilt werden. —

Berlin, den 10. Januar 1894.

Zoologische Miszellen.

Von Dr. **F. Werner** in Wien.

(Fortsetzung.)

VIII. Noch etwas über konvergente Anpassung.

Ich habe in Bd. XIII Nr. 15/16 u. 17/18 eine größere Anzahl von Fällen mitgeteilt, in welchen konvergente Anpassung zu konstatieren ist; ich will nun hier einige nachtragen, die mir noch beachtenswert erschienen sind.

So ist hier in dieser Beziehung auch die Schleuderzunge der Froschlurche, des *Spelerpes fuscus* und der Chamaeleonten zu erwähnen; die Chamaeleontenzunge ist sowohl, was die Stelle ihrer Befestigung, als den Mechanismus ihrer Ausstreckung anbelangt, von der der schwanzlosen Batrachier, durch letzteren allein von der des *Spelerpes* verschieden, aber übereinstimmend in der Eigenschaft, blitzschnell hervorgeschleudert zu werden um an ihrer klebrigen Endpartie Insekten befestigen zu können. Diese Eigenschaft ist ein Korrelat zu der langsamen Fortbewegung des betreffenden Tieres selbst; die Chamaeleonten sowohl als gewisse Froschlurche und der *Spelerpes* sind höchst langsame

1) B. Hofer, „Der Einfluss des Kerns auf das Protoplasma". Jenaische Zeitschrift f. Naturwissenschaften, Bd. 24, 1890, S. 149.

Tiere; diejenigen Froschlurchen, die ihre Beute im Sprunge erhaschen wie *Hyla*, *Bombinator*, *Rana esculenta*, also lebhaftere Arten, strecken die Zunge entweder gar nicht oder nur wenig vor[1]); dagegen wird man bei Arten, welche ruhig sitzend oder langsam gehend oder endlich in kurzen Sätzen springend ihre Beute erwerben, eine ganz außerordentliche Beweglichkeit, Extensionsfähigkeit und Treffsicherheit der Zunge bemerken, also bei Bufoniden und bei den Landfröschen (*Rana temporaria* und Verwandte) die ihre Zunge, während sie selbst sich beim Anblick ihrer Beute gänzlich ruhig verhalten und — wie ein Vorstehhund — förmlich versteinert dasitzend und die Augen fest auf das Opfer gerichtet, weit und nach allen Richtungen vorschnellen können, während der Körper selbst nur eine ganz geringe Vorwärtsbewegung macht.

Auch die Wurmzunge der Ameisenbären entspricht in ihrer Vorschnellbarkeit und Klebrigkeit noch dem Begriff einer Schleuderzunge.

Eine nicht ganz klare Frage ist die Folgende: Sind die Schlangen, die ihre Beute durch Umschlingen töten, die Nachkommen einer einzigen „Schlinger"-Gruppe oder ist diese Form der Tötung in mehreren Gruppen selbständig entstanden? Ich habe mich nach längeren Beobachtungen dafür entscheiden können, dass dieser Fall nicht in den Bereich der Konvergenz gehört und dass alle Schlangen, sofern es nicht entweder degenerierte oder giftige Arten sind — also beides jüngere und abgeleitete Formen — ursprünglich „Schlinger" sind, wie noch heutzutage, meines Wissens ausnahmslos, alle Arten der ältesten Schlangenfamilie, der Boiden. Sogar Schlangen, die niemals mehr ihre Beute erwürgen, wie die fisch- und batrachierfressenden *Tropidonotus*-Arten, machen häufig noch ganz dieselbe Bewegung, wenn gleich dieselbe absolut keine Bedeutung für die Tötung des Tieres sind. Kleinere Tiere werden von den meisten lebend verschlungen, größere aber von *Coluber*, *Zamenis*, *Rhinechis*, *Coronella*, *Tarbophis* etc. erwürgt.

Dass übrigens die Tötung durch Umschlingung eine charakteristische Eigenschaft der Schlangen ist, will ich hier noch erwähnen; die mit Extremitäten versehenen Eidechsen sind vorwiegend kurze gedrungene Formen und die langgestreckten, kurzbeinigen oder fußlosen, degenerierten Formen zeigen denselben oder einen noch höheren Grad von Steifheit und Unfähigkeit zu der Thätigkeit des Umschlingens, als die entsprechenden degenerierten Schlangen und sind wie diese keine Wirbeltierfresser, sondern leben von Insekten, Myriapoden und Würmern, während die Nahrung der höheren Schlangen Wirbeltiere bilden, und zwar vorwiegend solche der drei obersten Klassen.

Eine ähnliche Frage, die vielleicht etwas komisch klingen mag, ist folgende: Ist die bei allen vierfüßigen Wirbeltieren mit Ausnahme

1) wenn sie auch hinten gänzlich frei ist.

des Menschen, der Affen und Robben verbreitete Gewohnheit, sich mit einem der beiden Hinterbeine zu kratzen, wo auch immer die juckende Stelle sein mag, eine Erscheinung konvergenter Anpassung oder ein gemeinsames Erbstück von den ersten vierbeinigen Wirbeltier-Ahnen? Auch in diesem Falle bin ich für die letztere Ansicht, da schon das ausnahmslose Vorkommen dieses Kratz-Modus bei allen Batrachiern, Eidechsen, Krokodilen, ja sogar versuchsweise — gleichsam als Erinnerung an die ehemalige Gepflogenheit — noch bei Schildkröten, ferner bei Vögeln[1]) und Säugetieren dafür spricht; ebenso allgemein wie das Kratzen mit den Hinterpfoten, ist auch das Putzen und Reinigen des Gesichtes mit den Vorderpfoten — hier gibt es vielleicht sogar gar keine Ausnahme. Die relativ größere Länge der Hinterextremität selbst, sowie ihrer Zehen — im Vergleich zur vorderen, machen erstere ebenso geeignet zum Kratzen, als die letzteren durch den Bau des Ellenbogen- und Schultergelenks und des Schultergürtels dazu ungeeignet erscheinen; durch die Beweglichkeit der Wirbelsäule lässt sich immer ein Bogen herstellen, der im äußersten Falle von der ganzen Kopfrumpfpartie gebildet wird und zu dem das kratzende Hinterbein die Sehne bildet.

Nach dieser Abschweifung will ich wieder auf das Gebiet zweifelloser Konvergenzfälle zurückkehren und nachträglich noch erwähnen, dass Dornschwänze (s. Bd. XIII S. 575) nicht nur bei Agamiden und Iguaniden, sondern in ganz gleicher Ausbildung auch bei Scincoiden (*Egernia stokesii*) und Zonuriden vorkommen und außer der Iguanidengattung *Chamaeleopsis* auch noch die Baumagame *Lyriocephalus* noch einen ganz *Chamaeleon*-artigen Kopf besitzt. —

Eine erwähnenswerte Konvergenzerscheinung ist auch die Verwachsung der Zehen zu zweit oder zu dritt, bei Chamaeleonten, Papageien, und bei der afrikanischen Batrachiergattung *Chiromantis*, also bei kletternden Baumtieren, die langen Beine verschiedener Laufvögel (*Gypogeranus*, Strauße, Kraniche, Trappen etc.) und schnellaufende Säugetiere [Giraffen, Cerviden, Antilopen, Camiden, *Cynailurus* etc.[2])], der Rüssel der Spitzmäuse, Maulwürfe, Elephanten, Tapire, See-Elephanten und Weichschildkröten (Trionychiden) und die langen Rhomboidschuppen mancher Baumschlangen (*Dendrophis*, *Dendraspis*).

---

1) Die allerdings mehr mit dem Schnabel kratzen.

2) Langbeinigkeit ist übrigens keine notwendige Vorbedingung für schnellen Lauf: Mäuse, Spitzmäuse, viele Eidechsen und manche Urodelen (*Chioglossa*) sind trotz relativ kurzer Extremitäten ausgezeichnete Läufer; kleine in Erdlöchern lebende Schnellläufer unter den Säugern sind niemals langbeinig; unter den Eidechsen gibt es zwar ziemlich langbeinige, Erdlöcher bewohnende Schnellläufer, bei diesen bewegen sich aber die Extremitäten in einer fast horizontalen, bei den Säugern in einer vertikalen Ebene; nur die langsamen Chamaeleonten haben vertikal bewegliche Extremitäten.

Von den wirbellosen Tieren wären als die merkwürdigsten Konvergenzerscheinungen die zweiklappige Schale der Ostracoden, Brachiopoden und Lamellibranchiaten, die Schneckenhäuser, welche Würmer (*Spirorbis*) und Insektenlarven (Psyche- und Phryganiden) anfertigen, die sehr an die der Cölenteratenpolypen erinnernden Tentakelkränze der Bryozoen, die Räderorgane von Infusorien und Rotatorien, die Nesselkapseln der Aeolidier (Gastropoden) und Cölenteraten (letzteres ein besonders merkwürdiger Fall!) zu erwähnen. Natürlich wird jeder Zoolog wissen, dass hier nur die auffallendsten und so zu sagen am meisten in die Augen fallenden Vorkommen dieser Art angeführt wurden; jeder Spezialist wird sich die Reihe durch Fälle aus seinem eigenen Gebiete ergänzen können, da ja namentlich rein anatomische Konvergenz-Anpassungen nicht erwähnt wurden, Entomologen werden in Rüsseln und Legestacheln, in der Fühlerform (kamm-, fächer-, keulenförmige Fühler) im Fehlen der Flügel im weiblichen Geschlecht (*Heterogamia*, *Blatta*, *Lampyris*, *Mutilla*, *Orgyia* etc.) im Trichterbau der Larven (*Myrme coleon* und eine Dipterenlarve) in den schon erwähnten Hörnerbildungen (wobei ich noch *Hoplocephala* und *Anthracias* von den Tenebrioniden, ferner *Hybalus* etc. als Besitzer von Supraorbitalhörnern erwähnen will) u. s. w. zahlreiche Konvergenzfälle beobachten können. Freilich hat diese Erscheinung für uns Descendenz-Zoologen das Betrübende an sich, dass wir sehen, in wie vielen Fällen die Natur oft ganz überraschend Aehnliches hervorbringt, ohne dass wir für diese Aehnlichkeit die Verwandtschaft gleichsam als Erklärung des „Warum" vorschützen können; und der Umstand, dass es der Verwandtschaft zweifellos nicht immer bedarf, um Gleichartiges hervorzubringen, lehrt uns große Vorsicht in der Klassifizierung und Einreihung mancher Tiere, von denen wir nicht mehr kennen als das Aeußere eines oder weniger Exemplare.

(Schluss folgt.)

Dr. **David Hansemann**, Studien über die Spezifizität, den Altruismus und die Anaplasie der Zellen, mit besonderer Berücksichtigung der Geschwülste.

Mit 13 Tafeln und 2 Figuren im Text (96 Seiten). Berlin 1893. Verlag von Aug. Hirschwald.

I. Spezifizität.

Flemming, H. F. Müller und andere Autoren, sowie auch der Verf. selbst, haben schon früher darauf hingewiesen, dass verschiedene Zellenarten gewisse Unterschiede in den Formen der Mitosen besitzen. Verfasser hat daher die Frage über die Spezifizität der verschiedenen Zellformen auf Grund sehr eingehender und sorgfältiger Untersuchungen über deren Karyomitose einer erneuten Prüfung unterworfen, ausgehend von der Thatsache, dass die Zellen gerade während des Teilungs-

prozesses die individuellen Eigenschaften ablegen und mehr die Eigenschaften der Art zur Geltung kommen lassen.

Aus diesen vergleichenden Studien zahlreicher Mitosen aus allen möglichen Geweben und unter den verschiedensten Verhältnissen ging nun hervor, dass sich thatsächlich „typische Unterschiede finden, die bei den einzelnen Geweben, soweit die betreffenden Teile überhaupt deutlich sichtbar sind, mit großer Regelmäßigkeit wiederkehren, d. h. bei den einzelnen Gewebsarten finden sich individuelle Unterschiede der Karyokinese, die es bei genügender Uebung gestatten, die einzelnen Gewebsarten an der Form ihrer Mitose zu unterscheiden".

Speziell die Mitosen einzelner Zellarten, wie z. B. der Gefäßepithelien, der Epidermiszellen und der Lymphocyten weisen nach dem Verf. solche Unterschiede auf, dass man fast auf den ersten Blick sie unterscheiden kann; bei anderen, namentlich einander entwicklungsgeschichtlich nahe stehenden Geweben, wie z. B. Epidermis, Talgfollikeln und Haarbalgdrüsen sollen allerdings die Unterschiede der Mitosen erst nach längerer Uebung zu erkennen sein. Auch betont Verf. ausdrücklich, dass man nicht immer an jeder beliebigen Mitose die Erkennung des Artcharakters erwarten dürfe, sondern dass diese Unterschiede erst durch die Betrachtung einer größeren Anzahl von Mitosen zur Geltung kämen.

Verf. schildert nun in einzelnen Abschnitten die bei den verschiedenen Erscheinungen der Kernteilung an den verschiedenen Zellenarten wahrnehmbaren Unterschiede und zwar werden die Größe der Teilungsfiguren, das Verhalten der achromatischen Figuren und der Chromosomen, der Teilungsraum, die Zellteilung, Dauer und Verlauf der Inkubationszeit, sowie die Lage der Mitosen in ausführlicher Weise besprochen.

Das Resultat dieser vergleichenden Untersuchungen lautet nun nach dem Verf. dahin, dass sich in dem Gesamtbilde der Erscheinungen der Karyomitose nirgends, auch nicht in Mischgeweben, Uebergänge von einem Zelltypus zum andern vorfinden, wenn man auch solche Uebergänge an den ruhenden Zellen häufig angenommen und nirgends den Uebergangsbildern so freien Spielraum gelassen hatte, als gerade in Mischgeweben.

Allein die Uebergangsbilder der ruhenden Zellen, „die durch äußerliche lokale Verhältnisse, durch momentane Veränderungen der Ernährung, durch Reize irgend welcher Art beeinflusst sein können, haben nach den Befunden der Spezifizität der Mitose nichts Beweisendes mehr und dürfen für den Vorgang einer echten Metaplasie nicht herangezogen werden".

Hansemann bekennt sich daher zu dem Ausspruche Bard's: omnis cellula e cellula ejusdem generis, indem er das Vor-

kommen jeder wirklichen Metaplasie bestreitet und nur eine sogenannte histologische Akkomodation der Zellen zugibt.

Den Schluss des Kapitels bilden theoretische Betrachtungen über das Zustandekommen der Spezifizität der Zellen. Verf. führt hier eine Fülle von entwicklungsgeschichtlichen Thatsachen an, welche auf eine successiv fortschreitende Differenzierung der Zellen während der embryonalen Entwicklung mit zwingender Notwendigkeit hinweisen. Namentlich hebt Verf. die Bedeutung der inäqualen Teilung in dieser Richtung hervor: „auf jede inäquale Teilung folgt eine Reihe von äqualen Teilungen, die den Zweck haben, die durch den ersteren Vorgang geschaffene Zellgruppe zu vergrößern. Dadurch lassen sich in der Entwicklung eines Organes, oder einer Gruppe gleichwertiger Zellen gewisse Abschnitte konstatieren, die Verf. (Virchow Archiv, Bd. 119, S. 315) mit dem Namen der Generationsstadien belegt hat. Generationsstadien sind also in dem Stammbaum einer Zellhaut immer diejenigen Stellen, wo inäquale Teilungen stattfinden, die zu einer neuen Zellgruppe, zur Bildung eines neuen Organes führen".

Hinsichtlich des Zustandekommens der Differenzierung der Zellen schließt sich Verf. der Auffassung an, dass von vornherein eine qualitative Verteilung der Idioplasmen auf die Zellen stattfindet, so dass eine immer weiter gehende Zerlegung der Anlagen des Eies vor sich geht und nur die Generationszellen den gesamten Anlagekomplex wieder erlangen. Jedoch sollen nach Hansemann auch in den somatischen Zellen neben den Hauptplasmen noch Nebenplasmen zurückbleiben und die Spezifizität der Zelle soll auf einer durch qualitativ ungleiche Teilung entstandenen Ueberzahl der Hauptplasmen beruhen. Verf. setzt sich hiedurch in Gegensatz zu Bard und Hertwig, von welchen ersterer annimmt, dass überhaupt nur die zur Charakterisierung der Zellen notwendigen Plasmen in die Zellen gelangen, während Hertwig die Ansicht vertritt, dass in den Zellen stets alle Plasmaarten zunächst gleichmäßig vorhanden sind, dann aber nur einige aktiv werden.

II. Altruismus.

Hansemann stellt sich die Entwicklung der Spezifizität der Zellen folgendermaßen vor: „Die Eizelle enthält alle Plasmaarten des späteren Körpers und zwar in solcher Gleichmäßigkeit, dass keine derselben irgendwie überwiegt und dass sich alle untereinander das Gleichgewicht halten. Man kann das durch das einfache Schema ausdrücken — — — — — — . . . . . | | | | | |, wenn wir einmal annehmen, dass nur 3 Plasmaarten vorhanden wären, oder 6a + 6b + 6c, wobei a, b und c die Plasmaarten bedeuten. Die Eizelle ist dann die am wenigsten differenzierte Zelle, die allein im Stande ist, alle für sie notwendigen Funktionen auszuführen. Bei der ersten inäqualen

Teilung, oder dem ersten Generationsstadium, teilt sich diese Zelle etwa so, dass 2 junge Zellen von der Zusammensetzung (4a + 3b + 3c) und (2a + 3b + c) entstehen, oder wenn diese Zellen ausgewachsen sind, so stellen sie sich als (8a + 6b + 6c) und (4a + 6b + 6c) dar. Ihre Summe ist dann gleich 2 Eizellen. Die Idioplasmen sind aber so verteilt, dass in der einen Zelle die a-Plasmen, in der anderen die (b + c) Plasmen überwiegen. Um also wieder die Summe der Funktionen herzustellen gehören die beiden Zellen zusammen, die erste Zelle allein würde einen Ausfall der (b + c) Plasmen, die zweite einen solchen der a-Plasmen zeigen, wenn sie allein für sich existieren sollte". Auf diese Weise kann man sich eine successive fortschreitende Differenzierung der Zellen durch wiederholte ähnliche qualitativ ungleiche Teilungen vorstellen.

Dadurch ergeben sich aber gewisse Beziehungen zwischen den Zellen, die auf einen engen Zusammenhang derselben schließen lassen. Diesen Zusammenhang bezeichnet H. als Altruismus, während die durch qualitativ ungleiche Teilung aus einer Zelle hervorgegangenen Schwesterzellen von ihm als Antagonisten aufgefasst werden.

Weiterhin werden die Vorzüge dieser Theorie, insbesondere gegenüber den Hypothesen Hertwig's und Bard's näher begründet, indem bei ihrer Annahme viele Erscheinungen, wie z. B. die weitgehenden Regenerationen bei Pflanzen und niederen Tieren sich zwangslos erklären lassen. Je weniger Generationsstadien seit dem Ei verstrichen sind, um so leichter findet Regeneration statt, indem die in der Zelle enthaltenen Nebenplasmen dann um so leichter wieder zur Geltung kommen können; denn Nebenplasmen treten nach der Theorie des Verf. im Allgemeinen um so leichter wieder in Aktion, je weniger Generationsstadien seit dem Ei verstrichen sind. Aus diesem Grunde ist auch das Ei befähigt, alle Gewebe aus sich hervorgehen zu lassen, indem bei allen Tieren vom Ei bis zur Anlage der Geschlechtszellen die geringste Zahl von Generationsstadien durchlaufen wird. Besonders aber findet der von H. als Altruismus bezeichnete Zustand der Gewebszellen durch seine Theorie eine befriedigende Erklärung. Nimmt man bei fortschreitender Differenzierung der Zellen ein immer stärkeres Ueberwiegen einzelner Plasmaarten an, „so muss die Zellthätigkeit zunehmend einseitiger werden und es sind immer um so zahlreichere Antagonisten notwendig, um den Rest der Funktionen zu verrichten. Dadurch wird aber jede Zellart von ihren Antagonisten, und diese letzteren von jeder einzelnen Zellart abhängig in ihrer Existenz".

Freilich ist dieser Altruismus bei der Differenzieruug des Embryo noch wenig studiert; doch sind in der Pathologie seit Langem eine Reihe von Thatsachen bekannt, welche sich nur durch das Bestehen eines solchen erklären lassen. Besonders auffällige Beispiele sind die Beziehungen von Erkrankungen, bezw. Ausfall der Schilddrüse zum Myxoedem, zur Idiotie und zur Cachexia strumipriva; ferner die Be-

ziehungen der Nebennieren-Erkrankungen zum Morbus Addisoni, besonders aber die konstante Atrophie der Nebennieren bei Anencephalie.

Auch das Eintreten des Todes nach Ausfall der Funktion lebenswichtiger Organe, wie der Leber und der Nieren ist nach dem Verf. durch den Altruismus der Zellen zu erklären; es handelt sich hiebei eben stets um den Verlust einer Zellenart des Organismus, welcher von den Antagonisten nicht vertragen wird, da sie nicht im Stande sind, die für den Organismus wichtigen positiven und negativen Funktionen der untergegangenen Zellen zu übernehmen. Endlich verweist Verf. auf die bei Exstirpation oder bei mangelhafter Entwicklung der Geschlechtsdrüsen eintretenden Veränderungen hin und sucht auch den physiologischen Tod durch den Verlust der Keimzellen zu erklären, indem zwischen diesen und den somatischen Zellen ebenfalls ein inniger Altruismus bestehe.

III. Anaplasie.

Obwohl H. der Ansicht ist, dass die erblichen Eigenschaften nicht ausschließlich in der chromatischen Substanz gelegen seien und dass durch die Zahl der Chromosomen nicht allein der Artcharakter einer Zelle bestimmt werde, so ist doch auch er der Meinung, dass den Chromosomen eine sehr wichtige Rolle bei der Vererbung zufalle und dass deren Zahl daher auch nicht beliebig vermehrt oder vermindert werden könne, ohne dass damit die Art der Zelle verändert werde.

Während nun unter normalen Verhältnissen eine Vermehrung der Chromosomen nur bei der Befruchtung eintritt, ist eine solche unter pathologischen Verhältnissen keine seltene Erscheinung und Hertwig hat auf experimentellem Wege gezeigt, dass in der That durch gewisse Gifte bei in Teilung begriffenen Zellen die Teilung unterdrückt werden kann, worauf dann eine Vermehrung der Chromosomen mit multipolarer Teilung zu folgen pflegt. Unter pathologischen Verhältnissen kann aber auch eine bipolare Teilung in 2 hyperchromatische Tochterzellen oder eine Versprengung der Chromosomen mit Untergang der Zelle erfolgen. Die hyperchromatischen Zellen, d. h. solche mit vermehrter Chromosomenzahl haben also vorzugsweise 2 Schicksale: entweder wird die Chromosomenzahl durch pluripolare Teilung auf ihren ursprünglichen Stand zurückgebracht, oder die Zelle geht zu Grunde; ausnahmsweise können auch hyperchromatische Tochterzellen entstehen.

Von weit größerer Bedeutung ist nach H. eine Verminderung der Chromosomenzahl. Er verweist hiebei auf die sogenannte Reduktionsteilung, welche bei der Reifung des Eies und des Spermas eine hervorragende Rolle spielt, indem bei diesem Teilungsmodus aus einfachen somatischen Zellen solche mit selbständiger Entwicklungsfähigkeit hervorgehen, also eine Aenderung des Artcharakters der Zellen eintritt.

Wenn nun auch unter pathologischen Verhältnissen eine Reduktionsteilung wie bei den Geschlechtszellen unbekannt ist, so findet man

doch, und zwar in bösartigen Geschwülsten, häufig eine Verminderung der Chromosomenzahl.

Es folgt nun eine ausführliche Erörterung des Begriffes Epithel und Epithelzelle. Verf. kommt hier zu dem Schlusse, dass sich dieser Begriff überhaupt nicht definieren lasse, indem man die Charaktere der Gruppe der sogenannten epithelialen Gewebe weder morphologisch einheitlich fassen, noch entwicklungsgeschichtlich scharf abgrenzen könne. Verfasser will unter Epithel „lediglich die Hohlräume oder Oberflächen bedeckenden kontinuierlichen Zellschichten" verstehen „deren einzelne Zellen zylinderförmig, kubisch, flimmernd oder sonstwie sind, aber keinen im übrigen gemeinsamen Charakter besitzen; diese Zellen „hören auf, Epithelien zu sein, wenn sie in eine andere Situation geraten, wenn sie, z. B. beim Medullarkrebs dichte, die Gewebsspalten ausfüllende Zellhaufen bilden, oder wie beim Skirchus einzeln oder zu langen Reihen angeordnet von derbem Bindegewebe allseitig eingeschlossen sind"[1]). Als Karzinom aber bezeichnet H. solche Geschwülste, deren Parenchymzellen keine Interzellularsubstanz bilden und dadurch mit dem Stroma nicht in organische Verbindung treten, während er unter Sarkom solche Geschwülste versteht, deren Parenchymzellen eine Interzellularsubstanz bilden nnd dadurch mit dem Stroma in direkte Kontinuität treten. Dem ist noch in beiden Fällen der Charakter der Bösartigkeit hinzuzufügen. Nur auf diese Weise erscheint es dem Verf. möglich aus dem Chaos der Adenokarzinome, Karzinome, Medullarkarzinome und Sarkome u. s. w. herauszukommen.

Weiterhin erläutert der Verf. an der Hand von Beispielen die auch vom Referenten ausführlich geschilderte Beobachtung, dass Karzinome in ihrer Struktur dem Muttergewebe sehr nahe stehen, oder verschieden stark von ihm abweichen können, und dass der stärkste Grad der Abweichung entweder sogleich primär entwickelt sein, oder erst allmählich in den Metastasen erreicht werden kann. Entsprechend diesem Verhalten des gesamten Geschwulstcharakters konnte der Verf. auch wesentliche Veränderungen an den krebsig entarteten Zellen selbst nachweisen, welche auf eine Aenderung, bezw. auf einen Verlust ihrer ursprünglichen physiologischen Funktion hindeuten, eine Thatsache, welche vom Referenten als erste Erscheinung der krebsigen Entartung in allen Fällen von Karzinom des Magens und des Darms ebenfalls beobachtet worden ist.

H. geht nun zu der Fähigkeit der Geschwülste, Metastasen zu bilden über, welche beweist, dass die Abhängigkeit der Geschwulstzellen von ihrer spezifischen Umgebung, der Altruismus, geringer geworden ist, als man es sonst bei

1) Dieser Auffassung des Begriffes Epithel vermag sich der Referent nicht anzuschließen; wenn man einen Begriff nicht definieren kann, so ist das noch lange kein Grund dafür, ihn fallen lassen zu müssen.

irgend einer Zellart höherer Tiere findet. Solche mit geringerem Altruismus und größerer Selbständigkeit begabte Zellen müssen notwendig weniger differenziert sein, als die Körperzelle aus der sie hervorgingen; es hat demnach eine Entdifferenzierung der Zellen stattgefunden.

Diesen Vorgang der Entdifferenzierung, auf welchen der Referent für das Zylinderepithelkarzinom, sowie für die einfache atypische Drüsenwucherung ebenfalls hingewiesen hat, bezeichnet H. als Anaplasie.

Weiterhin betont Verf. den Unterschied zwischen embryonalen, jugendlichen und anaplastischen Zellen. „Embryonale Zellen sind Zellen des Embryo, also Zellen die noch nicht ausdifferenziert sind, oder wenigstens nicht zu sein brauchen. Jugendliche Zellen sind Zellen, die gerade von einer Teilung herrühren. Anaplastische Zellen endlich sind solche, die an Differenzierung verloren haben, die also schon einmal höher differenziert waren. Die Anaplasie steht also in einem Gegensatz zum Embryonalen, indem das letztere da anfängt, wo das erstere aufhört, nämlich beim Ei. Es gibt also sowohl jugendliche embryonale, als jugendliche anaplastische, als auch jugendliche ausdifferenzierte Zellen. Es ist ferner durchaus nicht gesagt, dass die Anaplasie notwendig denselben Weg zurückgehen müsse, den die Entwicklung, die Prosoplasie genommen hat. Eine anaplastische Zelle könnte zwar gelegentlich mit einer embryonalen Zelle auf irgend einem Entwicklungszustand übereinstimmen, es wäre das aber immer als ein besonderer Zufall zu betrachten".

Betrachtet man diesen Vorgang der Anaplasie im Lichte der Plasmentheorie, so muss man annehmen, dass bei der Anaplasie Plasmen wieder zur Geltung kommen, welche bis dahin als Nebenplasmen in den Hintergrund getreten waren. Ist diese Annahme richtig, so musste man erwarten, dass bei der Bedeutung, welche den Chromosomen im Allgemeinen bei der Vererbung zukommt, sich bei der Mitose der bösartigen Geschwülste wahrnehmbare Abweichungen von derjenigen ihres Muttergewebes auffinden lassen.

Thatsächlich findet man nun nach dem Verf. „überall im Stroma einen entsprechenden Verlauf der Mitosen, wie im Stroma des Muttergewebes, im Parenchym dagegen eine um so größere Veränderung der Mitosen gegen die im Parenchym des Muttergewebes, je stärker die Gesamtabweichung entwickelt ist".

Es besteht demnach ein inniger Zusammenhang zwischen dem Grad der Abweichung des betreffenden Karzinoms von dem Bau des Mutterorganes und der Form der Mitosen. Da nun der Verf. solche prinzipiellen Abweichungen bei der Regeneration, Hyperplasie und Entzündung, also Prozessen, bei denen der Typus des Gewebes nicht verändert wird, vermisste, so schließt er daraus, dass die veränderte Form der Mitosen die Ursache der Veränderung des Gewebes ist.

Für das Zustandekommen dieser Entdifferenzierung oder Anaplasie der Zellen im Karzinom hält Verf. die hyperchromatischen Formen und die Mehrteilungen für nebensächlich. Um so größeres Gewicht legt er dagegen auf die asymmetrische Kernteilung. Denn wenn auch Zellen verschiedener Art entstehen können, ohne dass Unterschiede in der chromatischen Substanz an den Tochterkernen bemerkbar sind, und man daraus auch schließen müsse, dass die erblichen Eigenschaften nicht ausschließlich an das Chromatin gebunden sind, so müsse man anderseits annehmen, dass, wenn die chromatische Substanz in 2 ungleiche Teile geteilt wird und dieser asymmetrischen Kernteilung eine asymmetrische Zellteilung folgt, Zellen von verschiedenen biologischen Eigenschaften entstehen. Es lasse sich nur darüber streiten, ob solche Zellen pathologisch sind und untergehen, oder ob sie die Mutterzellen eines neuen Gewebes werden können. Der Verf. neigt der letzteren Auffassung zu.

Thatsächlich beobachtet man ja in Karzinomen und Sarkomen 2 Vorgänge, welche zur Verminderung der Chromosomenzahl führen, nämlich die asymmetrische Teilung und den Untergang von Chromosomen; außerdem findet man Zellen mit verminderten Chromosomen.

Verf. selbst sagt: „Diese 3 Formen: die asymmetrische Mitose, die hypochromatische Zelle und die Zelle mit atrophischen versprengten Chromosomen sind die thatsächlichen Befunde in Karzinomen und vielen Sarkomen. Alles weitere ist eine Hypothese, die mir brauchbar erschien, um die Entstehung neuer Zellarten, die mir ebenfalls festzustehen scheint, zu erklären. Ich stellte mir vor, dass sowohl durch die asymmetrische Zellteilung, als durch die Atrophie einzelner Chromosomen einzelne Teile der Zellen verloren gehen. Ebenso wie das einzelne Chromosom, ist der kleinere Zellteil dem Untergang geweiht, worin ich dadurch bestärkt wurde, dass ich Zellen mit sehr spärlichen zuweilen in Auflösung begriffenen Chromosomen fand. War nun dieser verloren gegangene Teil gerade derjenige, der eine bestimmte Eigenschaft in der Zelle zum Uebergewicht brachte, so musste eine weniger differenzierte Zelle entstehen oder dasjenige, was ich Anaplasie genannt habe".

Zum Schluss betont der Verf. ausdrücklich, dass die von ihm aufgestellte Hypothese keineswegs ein Versuch sei, die Aetiologie der Geschwülste zu erklären.

Thatsächlich bleibt diese Frage durch die Untersuchungen des Verf. gänzlich unberührt, da er ja die zur Anaplasie führenden Ursachen gar nicht in den Kreis seiner Betrachtungen zieht.

Dem sehr interessanten Werke ist eine Anzahl ausgezeichneter photographischer Tafeln beigegeben. **Hauser** (Erlangen).

Verlag von Eduard Besold (Arthur Georgi) in Leipzig. — Druck der kgl. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik — Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIV. Band. 1. März 1894. **Nr. 5.**

Inhalt: **Keller**, Fortschritte auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie und -biologie (Fortsetzung). — **Blochmann**, Ueber die Kernteilung bei *Euglena*. — **Blochmann**, Zur Kenntnis von *Dimorpha mutans* Grub. — **Hensen**, Berichtigung zu Band XIV Nr. 2. — **Werner**, Zoologische Miszellen (Schluss). — **Aus den Verhandlungen gelehrter Gesellschaften**: Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin.

Fortschritte auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie und -biologie.

Von Dr. **Robert Keller.**

(Fortsetzung.)

II. Aussenleistungen durch Wachstum.

v. Pfeffer, Druck- und Arbeitsleistung durch wachsende Pflanzen. Abhandlungen der math.-physik. Klasse der kgl. sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften, XX. Bd., S. 235—474, 1893.

4) Wachstum und Bewegung der Pflanze erfordern eine bestimmte Kraftäußerung zur Ueberwindung teils innerer, teils äußerer Widerstände. Jedermann weiss, dass diese Außenleistung unter Umständen ganz erhebliche Werte annehmen kann. Wurzeln z. B. treiben Steine auseinander, wachsende Stämme heben das bedeutende Gewicht mächtig entfalteter Kronen. So offenkundig derartige Leistungen sind, so spärlich sind messende Versuche. Es ist also gewiss ein verdienstliches Unternehmen und für den Autor zugleich ein dankbares Arbeitsfeld „aufzuklären, wie und wodurch die Pflanze eine je nach den gebotenen Verhältnissen größere oder geringere Energie gegen Widerstände aufzuwenden, also in zweckentsprechender Weise regulatorisch zu arbeiten vermag. Solche Fähigkeit und Thätigkeit sind aber der Ausfluss von Funktionen der lebensthätigen Pflanze. Demgemäß führt die kausale Aufhellung der Außenleistung direkt in das Innengetriebe der Pflanze, deren Reaktions- und Arbeitsvermögen es ja zu verdanken ist, dass,

je nach Umständen, ein größerer oder kleinerer Teil der ihr zur Verfügung stehenden Energie- und Betriebsmittel für Außenleistungen nutzbar gemacht wird".

In diesen Worten dürfte das Ziel angedeutet sein, das Pfeffer bei seinen Untersuchungen über Druck- und Arbeitsleistung durch wachsende Pflanzen verfolgt. Die Objekte, die er in den Bereich seiner Untersuchungen zog, sind Wurzeln, Keimstengel, Algen und die Knoten im Halme der Gräser.

Zur Gewinnung einer festen Widerlage bediente sich Pfeffer des Eingipsens. Soll die Lebensthätigkeit der grünen eingegipsten Pflanze z. B. einer Alge unterhalten werden, dann wird die Gipslage so dünn gehalten, dass die grünen Fäden durch die Platte hindurch scheinen. Meist wurde nur ein Teil der Pflanze in den Gipsverband gebracht, während der übrige Teil sich normal im Wasser befand. Gipszylinder mit eingeschlossenen Wurzeln wurden in feuchte Sägespähne oder in feuchte Erde gebracht. Die freien Teile entwickeln sich dabei ganz gut, zumal wenn für mäßige Transspirationsthätigkeit gesorgt wird. Der Gipsverband ist natürlich nicht immer die gleich starke Widerlage. Mit viel Wasser angerührt bleibt der Gipsguss so weich, dass sich wachsende Wurzeln in ihn einzubohren vermögen, der härtere Gips aber macht jedes Vordringen unmöglich, vorausgesetzt dass die Hülle nicht gesprengt wird. Soll der Guß eine unverrückbare Widerlage sein, so muss der Verband durch hinreichende Dicke gegen eine Sprengung gesichert werden. Noch stärkere Widerlagen sind durch Mengen von Gips und Portlandcement zu gewinnen.

Von einer Beschreibung der zur Anwendung gekommenen Apparate sehe ich hier ab. Es genügt die Bemerkung, dass der Druck durch ein Federdynamometer bestimmt wurde. Die Konstruktion der zur Anwendung gekommenen Apparate, der Druckfeder zur Bestimmung des Längs- oder Spitzendruckes, der Schraubenklemme und des Zangenapparates zur Messung des Radial- oder Querdruckes, schränkt die Fehlerquellen auf ein Minimum ein.

Pfeffer wandte sich in erster Linie der Untersuchung der Druckleistungen der Wurzeln zu. Eine freie Wurzelspitze übt im Erdreich unter Umständen nur einen geringen Druck aus. Nicht nach Entwicklung ihrer höchsten Leistungsfähigkeit tendirt sie, wenn schon bei geringerem Drucke ein in den Weg sich stellendes Hindernis beseitigt oder durchbrochen wird. Vermöge ihrer Biegsamkeit biegt sie und weicht sie aus, sobald sich auch nur ein mäßiger Druck ihr entgegenstellt.

Ließ Pfeffer an seiner Druckfeder das auf 6 mm Länge freie Wurzelende wirken, dann wurde in einem Versuche nach einigen Stunden ein Druckmaximum von 13,5 gr erreicht. Dann begann die Umbiegung, das Ausweichen der Wurzelspitze und nun ging der Druck, den die

wachsende Wurzelspitze ausübte, mehr und mehr zurück. Die nachfolgenden Zusammenstellungen geben die Resultate zweier einschlägiger Versuche wieder.

A. 13. Oktober 1892.

Zeit			Druck
1 Uhr	— Minuten	Abends	0 Gramm
2 „	— „	„	0,7 „
3 „	— „	„	4,5 „
3 „	30 „	„	8,2 „
4 „	— „	„	11,2 „
4 „	30 „	„	13,5 „
5 „	— „	„	6 „
6 „	— „	„	3 „
8 „	— „	„	2,2 „

B. 14. Oktober 1892.

Zeit			Druck
8 Uhr	15 Minuten	Morgens	0,8 g
8 „	25 „	„	2,3 „
8 „	55 „	„	4,5 „
9 „	25 „	„	8,3 „
9 „	55 „	„	10,5 „
10 „	25 „	„	9 „
11 „	— „	„	7,5 „
1 „	— „	Abends	4,5 „
3 „	— „	„	1,5 „
8 „	— „	„	1,5 „

Durch das Eingipsen aber wurde eine solch vollständige Widerlage gewonnen, dass weder ein Ausweichen, noch ein Herausschieben der gegen die Feder drückenden wachsenden Wurzel möglich war. So bestimmen also diese Versuche die maximale mechanische Leistung, welche von ihr ausgeübt werden kann.

Wir stellen im Nachfolgenden einige Versuchsergebnisse zusammen, die sich auf den Längsdruck beziehen.

Nr.	Wirksame Zone: Versuchsdauer	Entfernung von der Spitze	Durchmesser	Fläche	Gesamt Druck	Druck pro 1 qmm	Druck in Atmosphären
			Faba vulgaris.				
1	70 Stund.	6,2 mm	2,1 mm	3,4 qmm	257,5 g	72,8 g	7,04
2	72 „	5 „	2,2 „	3,7 „	294,3 „	79,5 „	7,7
3	36 „	4 „	2 „	3,2 „	352,7 „	110,2 „	10,67
4	192 „	3,5 „	1,8 „	2,6 „	260,6 „	100,2 „	9,7
5	120 „	4,2 „	2 „	3,1 „	272,0 „	87,7 „	8,49
6a	94 „	0 „	1,2 „	1,13 „	226,0 „	200 „	19,36
			Zea mais				
8a	94 „	3 „	1,2 „	1,23 „	158 „	129,2 „	12,51
9a	71 „	2,6 „	1,2 „	1,13 „	291,1 „	257,2 „	24,94
10a	34 „	2,3 „	1,4 „	1,54 „	197,1 „	128,0 „	12,39
			Vicia sativa.				
11a	94 „	2,2 „	0,6 „	0,31 „	42,6 „	137,7 „	13,33
11b	94 „	2,2 „	0,8 „	0,5 „	42,6 „	85,3 „	8,26
			Aesculus Hippocastanum.				
12	117 „	3,2 „	2,5 „	4,9 „	336,8 „	68,7 „	6,65

Die Druckzunahme ist während der Versuchsdauer keine gleichartige. Zunächst ist sie sehr bedeutend. Sehr schnell aber wird sie kleiner, bis sie schließlich kaum mehr eine Zunahme zeigt.

So war z. B. der Gang der Druckzunahme während der 70 Stunden des ersten oben verzeichneten Versuches folgender:

Zeit		Druck	Druckzunahme pro 1 Stunde
26. Dez. 1892.	$10^1/_2$ Uhr Morgens.	Beginn des Versuches	
	12 „ „	20 g	
	2 „ Abends	40 „	13,5 g
	4 „ „	69,3 „	
	6 „ „	101,3 „	
	8 „ „	132 „	15,3 „
	10 „ „	160 „	14,0 „
27. Dez. 1892.	7 „ Morgens	226,6 „	7,4 „
	12 „ „	240 „	2,7 „
	7 „ Abends	246,7 „	0,95 „
28. Dez. 1892.	8 „ Morgens	253,3 „	0,60 „
29. Dez. 1892.	8 „ „	260 „	0,56 „

In dem Versuch 8a und 11 war folgender Gang zu beobachten:

Zea Mais.				*Vicia sativa.*			
Zeit		Druck	Druckzunahme pro 1 Stunde	Zeit		Druck	Druckzunahme pro 1 Stunde
11./I. 93.	10 Mo.			18./I. 93.	10 Mo.		
	10 Ab.	120 g			10 Ab.	29,4 g	
12./I. 93.	8 Mo.	120 „	4,4 g	19./I. 93.	8 Mo.	29,4 „	6,4 g
	7 Ab.	133,3 „		20./I. 93.	8 Mo.	35,3 „	
13./I. 93.	8 Mo.	146,7 „	— 1,03 „	21./I. 93.	8 Mo.	42,6 „	— 0,61 „
14./I. 93.	8 Mo.	157,3 „	— 0,97 „	22./I. 93.	8 Mo.	44,1 „	— 0,12 „
15./I. 93.	8 Mo.	160 „	— 0,23 „				

So viel in Bezug auf den von den Wurzeln ausgeübten Längsdruck.

Die Resultate des Querdruckes waren folgende:

Nr.	Versuchsdauer	Wurzelspitze	Wirksame Zone: Länge und Lage	Wirksame Zone: Medianschnitt	Gesamtdruck	Druck pro 1 qmm	Druck in Atmosphären
			Faba vulgaris.				
13	167 Stund.	eingegipst	0—8 mm	29 qmm	183 g	63,1 g	6,11
14	120 „	„	0—5,5 „	10,5 „	500 „	47,6 „	4,61
15	168 „	„	0—5 „	9,5 „	599,6 „	63,1 „	6,11
16	144 „	„	0—6,2 „	12,2 „	542,0 „	44,4 „	4,30
17	164 „	„	7—15,7 „	15,8 „	897,3 „	56,8 „	5,5
20	210 „	frei		43 „	959,2 „	22,3 „	2,16
			Zea Mais.				
21	118 „	eingegipst	0—11,2 „	11,0 „	749,3 „	68,1 „	6,59

Die volle Energie der aktiven Zellen wird dann nicht gemessen werden, wenn ein Teil derselben durch negativ gespannte Gewebemassen aequilibrirt wird.

Vergleichen wir den Längs- mit dem Querdruck bei der gleichen Pflanze z. B. Versuch 5 mit Versuch 14, oder Versuch 8a mit 21, dann fällt sofort der nicht unbedeutende Unterschied in den Druckgrößen auf. Im ersteren Falle steht dem Längsdruck von 8,49 Atmosphären nach 120 Stunden ein Querdruck von nur 4,61 Atmosphären gegenüber. Pfeffer will es trotz dieser erheblichen Differenzen unentschieden lassen, ob die Intensität des Querdruckes überhaupt geringer ist als jene des Längsdruckes. Denn es ist, wie nachfolgende Zusammenstellung des Verlaufes von Versuch 14 und 21 lehrt, das Anschwellen des Querdruckes verhältnismäßig langsamer als das des Längsdruckes.

Vicia faba.

Zeit	Druck	Druckzunahme pro 1 Stunde
12./XI. 92. 8 Mo.		
9 Ab.	339 g	8,04 g
13./XI. 92. 8 Mo.	341 „	
14./XI. 92. 8 Mo.	386 „	
Druck durch Anschrauben gesteigert auf		
14./XI. 92. 8 Mo.	458 „	— 4,04 „
15./XI. 92 8 Mo.	483 „	0,5 „
16./XI. 92. 8 Mo.	495 „	
17./XI. 92. 8 Mo.	5[illegible]0 „	— 0,02 „

Zea Mais.

Zeit	Druck	Druckzunahme pro 1 Stunde
21./I. 93. 10 Mo.		
9 Ab.	604,6 g	10,14 g
22./I. 93. 8 Mo.	604,6 „	
23./I. 93. 8 Mo.	604,6 „	
24./I. 93. 8 Mo.	708,9 „	1,39 „
25./I. 93. 8 Mo.	742,2 „	
26./I. 93. 8 Mo.	749,3 „	— 0,3 „

Dass bei solchen Druckwirkungen selbst harte Gipsverbände gesprengt werden können, hat wohl kaum etwas Auffallendes. So berichtet Pfeffer, „dass z. B. ein Gipszylinder nach 14 Tagen gesprengt wurde, als in dessen Mitte sich die 40 mm lange Keimwurzel von *Vicia faba* befand, deren Medianschnitt 90 qmm betrug. Denn bei einer Intensität von 60 gr pro 1 qmm kam schon ein Gesamtdruck von 5,4 kg zuwege, der nach dem Gesagten aber wahrscheinlich allmählich erheblich, ja vielleicht bis auf das Doppelte gesteigert wurde. In diesem Versuche handelte es sich schon um recht harten Gips, denn ein weicher Gipsguss wird unter den besagten Verhältnissen in den ersten Tagen gesprengt. Uebrigens ist zu beachten, dass in dem Gipsverband bald Nebenwurzeln erscheinen, deren gegen die Gipswand wirkende Spitze in dem Gesamtdruck mit ins Gewicht fällt."

In selbstregulatorischer Weise vermögen also wachsende Pflanzen bald ein größeres bald ein geringeres Maß mechanischer Energie zur Wirkung zu bringen. War nun auch hier gleich wie in so vielen andern Lebensvorgängen nicht eine lückenlose Einsicht in die ganze Kette von Vorgängen zu gewinnen, welche sich vom Anstoß bis zur mechanischen Ausführung abspielen, so konnten doch die nächsten, unmittelbar zur mechanischen Ausführung der Reaktion führenden Mittel aufgedeckt werden. Zwei Momente kommen in Frage, der Turgor, welcher aktiv thätig ist und die Entspannung der Haut, welche dazu dient, die osmotische Energie, den Turgor, gegen eine äußere

Widerlage zu lenken. „Zu solcher Druckentwicklung gegen einen gebotenen Widerstand bedarf es keiner Erhöhung der Turgorkraft und thatsächlich tritt eine solche bei gewissen Pflanzen nicht ein.“ So tritt z. B. die Druckwirkung der Keimwurzel von *Zea Mais* ohne eine Turgorschwellung ein. In anderen Pflanzen dagegen setzt sich die Reaktion gegen eine Widerlage aus Hautentspannung und Turgorsteigerung zusammen. Wird damit die potentielle Fähigkeit für Druckleistung natürlich erhöht, so muss deshalb doch nicht die in einer andern Pflanze normal vorhandene osmotische Energie übertroffen sein und schon deshalb leuchtet ein, dass die relativ höchste Außenleistung nicht notwendig an eine Turgorsteigerung geknüpft ist.“

Wenn wir also die Turgorschwellung nicht als eine unumgängliche Bedingung der Druckwirkung erkennen, so muss anderseits die Entspannung der Haut, welche durch bleibende Verlängerung d. h. also durch das Flächenwachstum der Zellwand erzielt wird, als notwendige Bedingung konstatiert werden.

Die Turgorhöhe wurde nach der eben merklich werdenden plasmolytischen Abhebung beurteilt. „Längere Längsschnitte aus der Wurzel wurden mit der Salpeterlösung injiziert und nach 20—30 Minuten wurde dann untersucht, bis zu welcher Entfernung von der Wurzelspitze in einer größeren Zahl von Zellen Plasmolyse bemerkbar war.“ Als Maß dienten Lösungen von Kalisalpeter, die nur 0,5 Volumprozente verschieden waren.

Vicia faba wurde von Pfeffer in Bezug auf die Turgorverhältnisse vor und nach dem Eingipsen untersucht. Die Differenzen sind aus nachfolgender tabellarischer Zusammenstellung ersichtlich: a bedeutet die Mittelwerte aus je 6 Wurzeln, die unter normalen Verhältnissen wuchsen, a' die Mittelwerte aus 6 Wurzeln, welche 24—72 Stunden lang eingegipst waren.

Entfernung von der äußersten Wurzelspitze in mm	Salpeterwerte in Volumenprozenten, welche die plasmolytische Abhebung bewirkten	
	a	a'
22 mm	2,5 %	2,5 %
21 „	2,5 „	2,5 „
20 „	2,5 „	2,5 „
19 „	2,5 „	2,6 „
18 „	2,5 „	2,65 „
17 „	2,5 „	2,75 „
16 „	2,5 „	2,85 „
15 „	2,5 „	3 „
14 „	2,5 „	3,1 „
13 „	2,5 „	3,3 „
12 „	2,5 „	3,5 „
11 „	2,5 „	3,75 „

Entfernung von der äußersten Wurzelspitze in mm	Salpeterwerte in Volumenprozenten, welche die plasmolytische Abhebung bewirkten	
	a	a'
10 mm	2,5 %	4 %
9 „	2,6 „	4,25 „
8 „	2,7 „	4,5 „
7 „	2,75 „	4,75 „
6 „	2,85 „	4,95 „
5 „	3,15 „	5,1 „
4 „	3,55 „	5,1 „
3 „	3,9 „	5,1 „
2 „	4 „	5,1 „
1,5 „	4 „	5,1 „

„Aus der Reihe a ist sofort zu ersehen, dass in normalen Wurzeln der Turgor nach Vollendung des Längenwachstums sich konstant auf 2,5 % erhält, dann aber vom Beginn der Längsstreckung, also etwa 10 mm von der Spitze ab, langsam, späterhin schneller steigt und 2—3 mm von der Spitze 4 %, den Maximalwert, erreicht. Nach vollendeter Turgorschwellung ist dieser Maximalwert etwas über 5 % gestiegen und der Turgor behält diesen Wert bis etwa 6 mm von der Spitze, dann fällt er allmählich und erreicht ungefähr 20 mm von der Wurzelspitze den Normalturgor ausgewachsener Teile."

Die wesentliche Differenz zwischen den normal gewachsenen und den eingegipsten Wurzeln besteht also darin, dass bei den letzteren der Normalturgor von der Wurzelspitze hinweg verrückt ist. Eine weitere beachtenswerte Differenz besteht darin, dass die Turgorschwellung auch Wurzelstrecken ergreift, deren Längenwachstum zur Zeit des Eingipses vollendet war. Die größte Turgordifferenz ist etwa 7 mm von der Spitze entfernt, d. h. etwa an der Stelle, welche zur Zeit des Einbettens in der stärksten Längenstreckung sich befand.

Wir haben oben schon erwähnt, dass die Reaktion der Keimwurzel von *Zea mais* von keiner Turgorschwellung begleitet ist. Dafür ist der Turgurwert auch ohne die Schwellung ungefähr jenem der Turgorschwellung bei *Vicia faba* gleich. Eine andere Differenz der Turgorverhältnisse von *Zea mais* gegenüber *Vicia faba* besteht darin, dass verschiedenen Gewebepartien ungleicher Turgor zukommt. Die in der Tabelle für *V. faba* angegebenen Turgormaße beziehen sich auf das mittlere Rindenparenchym. In der nachfolgenden Zusammenstellung bedeuten die Zahlen unter a die Maße des Turgors des mittleren Rindenparenchyms, jene unter a' die bezüglichen Werte für das Mark.

Entfernung von der äußersten Wurzelspitze in mm	Salpeterwerte in Volumenprozenten, welche die plasmolytische Abhebung bewirkten	
	a	a'
17 mm	2,5 %	3 %
16 „	2,5 „	3,05 „

Entfernung von der äußersten Wurzelspitze in mm	Salpeterwerte in Volumenprozenten, welche die plasmolytische Abhebung bewirkten	
	a	a'
15 mm	2,5 %	3,1 „
14 „	2,5 „	3,15 „
13 „	2,5 „	3,2 „
12 „	2,5 „	3,25 „
11 „	2,5 „	3,3 „
10 „	2,5 „	3,4 „
9 „	2,6 „	3,5 „
8 „	2,7 „	3,6 „
7 „	2,8 „	3,8 „
6 „	3,05 „	4 „
5 „	3,4 „	4,3 „
4 „	3,65 „	4,65 „
3 „	4,05 „	5 „
2 „	4,5 „	
1,5 „	5 „	

So kommt also dem Mark ein höherer Turgor zu als der Rinde.

Außer *Mais* ergaben alle untersuchten Wurzeln eine Turgorschwellung. Doch scheint jene für *Faba* von keiner der geprüften Wurzeln übertroffen, von den meisten aber nicht erreicht zu werden. Annähernd gleiche Höhe mag diese Turgorschwellung bei *Lupinus albus*, vielleicht auch bei *Vicia sativa* erreichen. Dagegen dürfte der maximale Steigerungswert für *Helianthus annuus*, *Polygonum fagopyrum*, *Brassica Napus*, *Sinapis alba*, *Ricinus communis* geringer ausfallen und möglicherweise übersteigt die Zunahme in der Wurzel der letztgenannten Pflanzen nicht wesentlich 0,5 % Salpeter".

Die Entwicklung des höchsten Außendruckes hat die gänzliche Entspannung der Haut zur Voraussetzung, weil jener je um den Wert vermindert sein wird, den die Hautspannung beansprucht.

Diese Entspannung der Zellhaut ließ sich nun in der That bei eingegipsten Wurzeln konstatieren. Gipst man eine Wurzel so in eine Gipsplatte ein, dass eine Längskante derselben hervorsieht und lässt nach Erstarren des Gipsgußes eine ca. 6proz. Salpeterlösung auf sie einwirken, so tritt in Folge der Aufhebung der Turgordehnung eine elastische Verkürzung längs des wachsenden Spitzenteiles ein. Verweilt aber die Wurzel in einem ringsschließenden Gipsverband während 2—3 Tagen, entwickelt also inzwischen einen allseitigen, hohen Druck gegen die Widerlage, dann wird nunmehr auch durch vollkommene Plasmolyse keine Verkürzung erzielt. Die Zellwände waren also entspannt.

In der Natur hat die wachsende Wurzel nicht nur gegen unnachgiebige Widerlagen einzuwirken. Viel häufiger wird sich ihr ein

wechselnder Widerstand entgegenstellen. Mit dem Vordringen der wachsenden Wurzel ist eine bald größere, bald geringere Arbeitsleistung verbunden. Wie sich unter solchen Verhältnissen die Wachstumsthätigkeit gestaltet, ist eine weitere Frage, die Pfeffer empirisch zu ermitteln sucht.

„Ein Fortschieben der Widerlage wird natürlich erst möglich, nachdem die Wurzelenergie den Gegendruck erreicht resp. überschritten hat. Von nun ab hat die fortwachsende Wurzel, neben dem auf das Wachstum zu verwendenden Aufwand, auch die durch Wegstrecke und Last bemessene Arbeit zu leisten". Um diese bestimmen zu können, wurden Wurzeln in ein meist 20 mm tiefes Loch eines Tonwürfels eingesenkt, durch Anpressen und Befestigen der Cotyledonen so fixiert, dass ein Herausschieben der Wurzel nicht eintrat. Gleichtief wurden gleichartige Wurzeln in einen flüssigen Tonbrei eingesenkt. Mit Eisenstäbchen wurde der Widerstand bestimmt, den die Tonwürfel dem Eindringen entgegensetzten. Derselbe betrug in den einen Versuchen 100—115 g, in anderen 120—140 g, in der weichen Tonmasse dagegen nur 1 g oder selbst weniger.

In analoger Weise wurden Versuche mit einer 0,6prozentigen eben noch erstarrenden Gelatine und einer 13proz. Gelatine ausgeführt. Es mögen nun zunächst einige tabellarische Zusammenstellungen von Versuchsergebnissen folgen.

Vicia faba.

Versuch 23.			Versuch 24.		
Länge bei Beginn	Zuwachs nach 23 St. in weichem Ton	in hartem Ton	Länge bei Beginn	Zuwachs nach 48 St. in weichem Ton	in hartem Ton
26 u. 25 mm	16,5 mm	12 mm	30 u. 31 mm	40 mm	30 mm
27 u. 25 „	15 „	11 „	38 u. 37 „	38 „	29 „
31 u. 31 „	21 „	11 „	48 u. 50 „	37 „	20 „
31 u. 32 „	17 „	17 „	60 u. 59 „	34,5 „	23 „
36 u. 34 „	14 „	11,5 „			
42 u. 41 „	15,5 „	12 „			
43 u. 46 „	18 „	12,5 „			
	117,0 mm	87,0 mm		149,5 mm	102 „

	weicher Ton	harter Ton
Mittel für 1 Wurzel in 23 Stunden	16,7 g	12,4 g
„ „ 1 „ in 24 „	17,4 „	12,9 „
Von 1 Wurzel in 24 Stunden geleistet Arbeit (Tonwiderstand = 1 g und 100 g)	17,4 „	1290 „
Temp. 17,8—18,4° C	1 : 74,2	
Mittel für 1 Wurzel in 48 Stunden	37,4 g	25,5 g
„ „ 1 „ in 24 Stunden	18,7 „	12,7 „
Arbeit 1 Wurzel in 24 St. (Tonwiderst. = 1 u. 120 g)	18,7 „	1524 „
Temp. 17,8—19° C	1 : 81,5	

Zea mais (Versuch 27).

Länge bei Beginn	Zuwachs in 24 Stunden in weichem Ton	hartem Ton
31 und 33 mm	25 mm	16 mm
36 „ 34 „	20 „	18 „
35 „ 37 „	18 „	13 „
42 „ 40 „	21 „	17 „
	84 „	64 „
Mittel für 1 Wurzel in 24 Stunden	21 „	16 „
Arbeit 1 Wurzel in 24 St. (Tonwiderst. 1 u. 70 g)	21 Gramm	1120 Gramm
Temp. 19,4° — 20,6° C	1 : 53,3	

Aus diesen Zusmmenstellungen ergibt sich, dass sowohl die Wurzel von *Vicia faba* als auch von *Zea mais* durch den Widerstand, der der wachsenden Wurzel in der harten Tonmasse entgegensteht, in ihrem Zuwachs eine Verzögerung erfährt. Die Differenz ist allerdings nicht so groß, wie es den Anschein hat. „Es ist nämlich zu bedenken, dass die Verlängerung so lange gänzlich stille steht, bis die Wurzel eine dem Widerstand gleiche Energie nach außen entwickelt hat. Erst dann beginnt das Fortschieben der Last und das Längenwachstum, das nun mit annähernd gleicher Schnelligkeit fortgesetzt wird. Für den Zuwachs ist also nicht die ganze, sondern die um die Hemmungsphase verkürzte Versuchszeit in Rechnung zu ziehen". Diese Hemmungsphase, während welcher für *Vicia faba* eine Turgorschwellung und zugleich teilweise Hautentspannung sich vollzog, dauert ca. 4 bis 5 Stunden. So würde also z. B. im Versuch 23 der Zuwachs von 12,9 mm auf 20 Stunden zu beziehen sein, somit der Zuwachs für 24 Stunden 15,5 mm betragen.

In Gelatine ergaben sich folgende Zuwachsverhältnisse für *Vicia faba*.

Länge bei Beginn	Zuwachs nach 24 Stunden in 0,6 % Gelatine	in 13 % Gelatine
28 und 26 mm	22 mm	18,5 mm
32 „ 34 „	16 „	16 „
35 „ 33 „	18,5 „	15,5 „
39 „ 49 „	20 „	22 „
	76,5 „	72 „
Mittel für 1 Wurzel in 24 Stunden	19.1 „	18 „
Arbeit 1 Wurzel in 24 St (Gelatinewiderst. 1 u. 25 g)	19,1 Gramm	450 Gramm
Temp. 18,1° — 19,2° C	1 : 23,6	

Die konsistente Gelatine bot dem Vordringen einen Widerstand von 25 g. Derselbe dürfte eine Verzögerung der vollen Wachstumsschnelligkeit von 1—2 St. bewirkt haben. Unter dieser Annahme besteht eine Differenz im Zuwachs in weicher und konsistenter Gelatine

nicht mehr. Wir dürfen also annehmen, „dass die Wachstumsschnelligkeit in der Wurzel von *Faba* (bei Anrechnung des Latenzstadiums) durch einen konstanten Widerstand von 25 g nicht oder kaum, durch einen Widerstand von 100—120 g zwar merklich, jedoch in einem geringen Grade verlangsamt wird und dass sich in letztgenannter Hinsicht die Wurzel von *Mais* ähnlich verhält. Mit höherem Widerstand wird voraussichtlich, sowie für die Druckentwicklung, auch für die Wachstumsschnelligkeit eine Beschleunigung der Abnahme eintreten". So wächst also die Außenarbeit nur bis zu einer gewissen Grenze proportional dem Widerstand.

Aus den oben angegebenen Versuchsresultaten geht aber schlagend hervor, in welch hohem Maße die Außenarbeit mit dem Widerstande wächst, wie sie z. B. in einem Falle 81 Mal größer ist, als da, wo der Widerstand sehr minim ist.

„Die Pflanze vermag also die Arbeitsthätigkeit zu steigern, denn eine solche Steigerung ist notwendig, um neben der fortdauernden Wachstumsarbeit einen entgegentretenden Widerstand vor sich her zu schieben. Dem Wesen der Sache nach verhält es sich wie mit einem Menschen, welcher außer dem zur eigenen Fortbewegung stets notwendigen Energieaufwand seine Arbeitsleistung entsprechend steigern muss, um nach dem Aufladen einer Last auf derselben Wegstrecke in derselben Zeit auf eine Anhöhe zu gelangen. Ebenso wie die Pflanze hat aber auch der Mensch und jede Maschine nur eine endliche Leistungsfähigkeit und bei genügender Last (Widerstand) wird eine Fortbewegung ganz unmöglich. Bei etwas geringerem Widerstande aber muss der Gang verlangsamt, d. h. die für eine Wegstrecke nötige Zeit verlängert werden, um mit der zur Verfügung stehenden Energie vorwärts kommen zu können, und in diesem Sinne ist auch die Abnahme der Wachstumsschnelligkeit der Pflanze bei Zunahme des Widerstandes zu betrachten. Und wie der Mensch ökonomischer Weise den bequemsten Weg einschlägt, so kommt es auch in der Pflanze nur dann zu hoher und höchster Außenleistung, wenn ein Umgehen der Hindernisse durch die Zwangslage unmöglich gemacht ist".

Eine selbstregulatorische Thätigkeit besteht also auch für die Pflanze. Die Widerstände sind die sie auslösenden Reize. Diesen Reaktionsprozess in allen seinen Phasen und Beziehungen zu erleuchten ist zwar ein Ziel physiologischer Forschung, zur Zeit aber sind nur die zur unmittelbaren Ausführung benutzten Faktoren zu präzisieren. „In diesen, dem Flächenwachstum der Haut und der Turgorspannung, begegnen wir den auch im Wachstum dienstbaren Mitteln, die hier zu dem besagten Reaktionszwecke nutzbar gemacht werden". Wie also der Mensch für die erhöhte Arbeitsleistung nur die üblichen Energiequellen nutzbar macht, so auch die Pflanze. Natürlich wird ein höherer Gesamtaufwand von Energie gefordert werden, wenn zu dem fort-

dauernden Wachstum noch Außenarbeit hinzukommt. Wahrscheinlich wird mit dem energischeren Energieumsatz in Folge erhöhter mechanischer Inanspruchnahme in der Pflanze eine Vermehrung der Atmungsthätigkeit Hand in Hand gehen.

„Nimmt der Turgor in der Reaktion gegen die Widerlage zu, so ist damit eine gesteigerte Produktionsthätigkeit osmotisch wirkender Substanz direkt gekennzeichnet. Denn eine entsprechende Mehrproduktion ist notwendig, um bei gleichem Zuwachs den auf höheres Niveau gehobenen Turgor konstant zu halten". Auf die Beziehung des Flächenwachstums der Zellhaut, welches zu einer Entspannung führt und dadurch indirekt an der Außenarbeit bethätigt ist, werden wir später eintreten.

Verfolgt man die durch den als Reiz wirkenden Widerstand ausgelöste Thätigkeit immer weiter zurück, so werden wir schließlich auf chemische Umsetzungen geführt. —

Die Einbettung in 13proz. Gelatine, wobei nur die äußerste Wurzelspitze freigelassen wurde, lehrten eine eigentümliche korrelative Verschiebung der Wachstumsthätigkeit kennen.

In der Erde wachsende Wurzeln von *Vicia faba* haben in einer 2—4 mm von der Spitze entfernten Zone die größte Zuwachsschnelligkeit. Experimentell lässt sich dieses natürliche Verhalten in folgender Weise erzielen. Eine 40 mm lange Keimwurzel wird in die schon erstarrte Gelatine so eingestoßen, dass sich 34 mm in ihr befinden. Durch Markierung verschiedener Zonen lässt sich folgender Zuwachs der einzelnen Zonen nach 24 Stunden konstatieren:

Lage der Zone	Zuwachs in 24 Stunden
0—1,46 mm	0,39 mm
1,46—5,16 „	13,29 „
5,16—9,42 „	2,58 „
9,42—13,42 „	0,26 „

Von dem genannten Zuwachs von 16,52 mm, der nach 24 Stunden zu konstatieren war, fällt also nur der kleinste Teil, nur etwa $^1/_{40}$ auf Zuwachs des Spitzenteiles, weitaus der größte Teil dagegen auf jene Zone, die auch unter natürlichen Verhältnissen den größten Zuwachs erfährt.

Ganz anders, wenn die Wurzelspitze frei ist. Wir stellen im nachfolgenden den Versuch 31 zusammen. Von der 37 mm langen Keimwurzel befinden sich 30 mm in Gelatine.

(Siehe nächste Seite.)

Aus dieser Zusammenstellung erkennen wir, dass die Wurzelspitze, die I. Zone, in 24 Stunden einen Zuwachs von 16,52 mm erfuhr. Die Zunahme der Zone II—V betrug aber während der Versuchszeit 0,51 mm. Die Zone schnellsten Zuwachses ist also gegen die äußerste Spitze

der Wurzel verschoben. „Wir begegnen also hier einer ausgezeichneten korrelativen Wachstumsverschiebung, durch welche erreicht wird, dass

	Lage der Zone	27. Jan. 8 Uhr 10 Min.	9 Morg.	10 Morg.	11 Morg.	12 Morg.	1 Ab.	2 Ab.	5 Ab.	8 Ab.	28. Jan. 8 Uhr Morgens	9 Morg.
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
I	0—0.58 mm	0,58	0,58	0,58	0,63	1,43	2,38	3,28	5,17	7,51	17,1	17,9
II	0,58—1,21 „	0,63	0,63	0,67	0,71	0,71	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
III	1,21—5,17 „	3,96	3,96	4,09	4,10	3,96	3,91	3,87	3,87	3,78	3,87	3,87
IV	5,17—9,76 „	4,6	4,68	4,9	4,9	4,95	5,04	5,04	5,04	5,04	5,17	5,17
V	9,76—14,62 „	4,85	4,81	4,85	4,85	4,81	4,85	4,85	4,85	4,85	4,85	4,85

der Gesamtzuwachs nur mäßig verringert wird, wenn auch der Zuwachs in der normalwachstumsthätigsten Region mechanisch vollkommen gehemmt wird. Denn nun erfährt der sonst sehr langsam sich verlängernde äußerste Spitzenteil eine solche Beschleunigung, dass er den ausfallenden Zuwachs beinahe kompensiert".

Der vorderste Spitzenteil der Wurzel, das Urmeristem, vermag schon diese kompensierende Wachstumsthätigkeit zu entfalten. Denn als in einem Versuche (32) die I. Zone nur 0,46 mm lang war, d. h. etwa der Wurzelhaube gleichkam, betrug der Zuwachs in 24 Stunden doch 15,3 mm, der Zuwachs der übrigen Teile (0,45—12,69 mm) aber nur 0,54 mm.

Hört die Zwangslage auf, dann rückt die Zone lebhafter Streckung rasch von dem Scheitel weg.

Die biologische Zweckmäßigkeit dieses beschleunigten Wachstums der Wurzelspitze ist einleuchtend. Denn wenn z. B. eine Wurzel in einem engen Steinloch festgehalten wird, so wird sie durch beschleunigtes Spitzenwachstum in ähnlicher Weise ins Freie gelangen wie eine Wurzel, die bis auf den äußersten Spitzenteil in Gips fixiert ist.

In einem weiteren Abschnitte seiner Untersuchungsreihen sucht Pfeffer die Wachstumsthätigkeit einer Wurzel zu bestimmen, die eingegipst war. „Zunächst verlängert sich die Wurzel nach dem Befreien aus dem Gipsverbande so lange, bis die Hautspannung der Turgorkraft äquivalent ist. Darauf wird das zwangsweise unterbrochne Wachstum wieder aufgenommen und somit die wichtige Thatsache festgestellt, dass die Gewebe der Wurzelspitze in wachstums- und bildungsfähigem Zustande verharrten". Es erstreckt sich allerdings diese Wachstumsfähigkeit auf eine kürzere Strecke als unter normalen Verhältnissen. „Letztere ergaben für *Vicia faba* für die wachstumsfähige Zone eine Länge von 10—13 mm, während diese Zone nach 2—3tägigem Eingipsen auf 5—6 mm, nach 25 Tagen auf 3 mm zurückgegangen war. Analog war nach 2—3tägigem Eingipsen die Zuwachszone annähernd auf die halbe normale Länge reduziert bei den Keimwurzeln von *Mais* (normale Länge 6—7 mm), *Pisum sativum* (normal

7—9 mm) und *Vicia sativa* (normal 7—8 mm)". Die Ursache dieser Verkürzung ist darin zu sehen, dass die Ausbildung von Dauergewebe gegen die Spitze zu allerdings je nur bis zu einer bestimmten Grenze fortschreitet.

War eine Wurzel längere Zeit eingegipst, dann ist der Gesamtzuwachs anfänglich kleiner als später. Ich füge hier die Ergebnisse des Versuches 34 an.

Vorübergehend eingegipste Wurzeln.		Nach 48stündigen Eingipsen.	
Zuwachs in den ersten 24 St.	Zuwachs in den folgenden 24 St.	Zuwachs in den ersten 24 St.	Zuwachs in den folgenden 24 St.
26 mm	26 mm	10 mm	19 mm
27,5 „	21,5 „	11 „	22 „
24 „	20 „	14 „	26 „
21 „	23 „	8 „	23 „
21 „	21 „	13 „	26 „
Mittel für 1 Wurzel 23,9 mm	Mittel für 1 Wurzel 22,3 mm	Mittel für 1 Wurzel 11,2 mm	Mittel für 1 Wurzel 23,2 mm

Es mag hier der Ort sein einige Bemerkungen über anderweitige Einflüsse des Reizes der Widerlage zu besprechen. Bereits ist der Ausbildung von Dauergewebe, das gegen die Wurzelspitze vorrückt, gedacht worden. Es mag noch bemerkt werden, dass dabei Zellen ohne Verlängerung in den Dauerzustand übergehen, welche ohne diese mechanische Hemmung auf die doppelte Länge herangewachsen wären.

Wie die Ausbildung des Dauergewebes so rückt auch die Bildung der Nebenwurzeln der Spitze näher. Unter den normalen Wachstumsverhältnissen in der Erde entstehen die ersten Nebenwurzeln in einem Abstande von 50—70 mm, während an eingegipsten Wurzeln von *Vicia faba* der Abstand schließlich nur 4 mm beträgt. Ganz analog verhielten sich die übrigen Versuchspflanzen.

Auch von anatomischen Veränderungen wird das Eingipsen der Keimwurzeln begleitet, wenn dieses von hinlänglicher Dauer ist. In Keimwurzeln von *Vicia faba* waren nach 15—27tägigen Eingipsen ausgebildete Tüpfel- und Spiralgefäße nur 1,1 mm von dem Scheitelpunkt des Wurzelkörpers entfernt. In normalen Wurzeln dagegen erreichen diese Gefäße erst 25—35 mm von der Spitze entfernt eine gleiche Ausbildung.

„Nach dem Aufenthalt im Gipsverband bietet also ein Querschnitt einige Millimeter hinter der Wurzelspitze im wesentlichen den Bau, welcher in normalen Wurzeln erst 30—50 mm weiter rückwärts erreicht wird und diese Aehnlichkeit erstreckt sich auch darauf, dass in beiden Schnitten gleichartige Elementarorgane dieselbe Ausbildung der Zellwand besitzen. Zur Erreichung dieses Zieles genügt die acropetale Verschiebung der Gewebedifferenzierung und auf auffällige anderweitige Effekte durch die mechanische Hemmung ist in diesem Falle inbezug

auf die Ausbildung der Zellwände nicht zu schließen. Diese Erfahrung darf jedoch nicht verallgemeinert werden, da es sehr wohl möglich ist, dass andere Objekte ein abweichendes Resultat ergeben. Denn so gut wie ein gesteigerter Zug eine Verdickung gewisser Elemente zu veranlassen vermag, ist es auch möglich, dass die nachlassende Gewebespannung oder der gesteigerte Druck die Veranlassung für Ausbildung dünnerer oder dickerer Wände werden".

Die Versuche mit Keimstengeln ergaben analoge Resultate, wie sie im Voranstehenden für die Keimwurzeln geschildert wurden.

Ueber die Druckverhältnisse, wie sie durch eingegipste Stengel geschaffen werden, geben folgende Tabellen Auskunft.

Längsdruck von Keimstengeln.

Nr.	Versuchsdauer	Wirksame Zone: Entfernung von Spitze	Wirksame Zone: Durchmesser	Fläche	Gesamtdruck	Druck pro 1 qumm	Druck in Atmosphären
			Faba vulgaris.				
35	167 Stund.	9 mm	5 mm	19,6 qumm	1190 g	60,7 g	5,88
			Helianthus annuus.				
36	92 Stund.	3 mm	2,6 mm	5,2 qumm	400 g	76,9 g	7,45

Querdruck des Keimstengels.

Nr.	Versuchsdauer	Wirksame Zone: Lage	Wirksame Zone: Medianschnitt	Gesamtdruck	Druck pro 1 qumm	Druck in Atmosphären
			Faba vulgaris.			
37	142 Stunden	5,5—13 mm	37,5 qumm	2154 g	57,5 g	5,56

Die Turgorverhältnisse der im Gipsverband befindlichen Keimstengel sind jenen der Wurzel ähnlich. Es kommt eine ansehnliche Turgorschwellung zu Stande; ebenso ist sie bei *Phaseolus multiflorus* vorhanden, während sie bei *Helianthus annuus* kaum nachweisbar ist. In nachfolgender Zusammenstellung beziehen sich die eingeklammerten Zahlen auf die während 2—4 Tagen eingegipsten Pflanzen.

Keimstengel von *Vicia faba*: 0,5 mm von der Spitze 5% (Salpeterlösung zur Plasmolyse mittlerer Zellen des Rindenparenchyms) [5,5%]; 20 mm 4% [5,5%]; 40 mm 3% [4%]; 70 mm 2,5% [2,5].

Keimstengel von *Phaseolus multiflorus*: 1—2 mm vom Scheitelpunkt 4% [4,5%]; 30 mm 3% [3,5%]; 60 mm 2,5% [2,5].

Bezüglich der Entspannung der Zellhaut gilt für den Stengel wieder im allgemeinen das früher gesagte, indem „analog wie bei den Wurzeln, bei Aufenthalt in Gips die Zellwände fortfahren zu wachsen".

Die anderweitigen Veränderungen, welche sich an eingegipsten Stengeln vollziehen, sind ebenfalls jenen der eingegipsten Wurzeln

ähnlich. So wird z. B. die wachstumsfähige Zone verkürzt, die Gefäßbündel rücken, wenn auch weniger ausgesprochen als an den Wurzeln gegen den Vegetationspunkt vor.

Ich übergehe die Versuche mit Algen und wende mich den Versuchen die Pfeffer mit Grasknoten ausführte zu.

Ist ein Pflanzenorgan bestrebt sich zu krümmen, stößt aber dabei auf einen Widerstand, dann wird die geleistete mechanische Außenleistung in jenen Fällen bedeutend werden, in denen ein Ausbiegen nicht möglich ist. Die Stengel, die biegungsfester sind als die Wurzeln, werden also bei geotropischen Krümmungen durch besondere Arbeitsleistungen ausgezeichnet sein.

Die Knoten der Grashalme erwiesen sich nun als besonders günstige Objekte zur Bestimmung der geotropischen Außenleistung. Die geotropische Aufwärtskrümmung des Halmes wird nur in den Knoten allein ausgeführt. „Diese bewahren, nachdem sie in normaler Vertikalstellung ausgewachsen sind, die Fähigkeit, durch den geotropischen Reiz das zur Krümmung führende Wachsen aufzunehmen, eine Fähigkeit, die erst im höheren Alter erlischt und die auch nur eine begrenzte Verlängerung, also nicht eine öftere Wiederholung der geotropischen Krümmung gestattet". Nur der Blattknoten, d. h. der der Blattscheide angehörende Teil des Knotens ist geotropisch thätig, während der umschlossene Stengelteil rein passiv ist und deshalb im Alter der angestrebten Krümmung unter Umständen einen sehr bedeutenden Widerstand entgegenstellt.

In folgenden Tabellen stellen wir die Ergebnisse zweier Versuche (38 und 42) zusammen.

Im ersten Falle, *Triticum spelta*, war der Knoten 4 mm lang. In der Mitte hatte er einen Durchmesser von 4,2 mm. Der Querschnitt im Blattteil des Knotens betrug 11,5 qumm. Es wurde ein Enddruck von 71,6 g bestimmt, der an einem Hebelarm von 48 mm wirkt. Die für ein qumm entwickelte Energie beträgt 141,7 g = 13,7 Atm.

Zeit						Druck	Druckzunahme pro 1 Stunde
13.	Juli	1892	3	Uhr	Abends		
			7	„	„	19,5 g	
14.	„	„	6	„	Morgens	40,7 „	1,93 g
15.	„	„	6	„	„	56,0 „	0,63 „
16.	„	„	6	„	„	63,6 „	0,32 „
17.	„	„	6	„	„	69,7 „	0,25 „
18.	„	„	6	„	„	70,5 „	0,03 „
19.	„	„	6	„	„	71,2 „	0,03 „
20.	„	„	6	„	„	71,6 „	0,02 „

Für *Zea mais* wurde mittels des Hebeldynamometers eine Energie von 67,8 pro 1 qumm = 6,6 Atm. bestimmt. Folgendes war der Gang des Druckes:

Zeit	Druck	Druckzunahme pro 1 Stunde
25. Juli 1892 3 Uhr Abends		
26. „ „ 6 „ Morgens	180 g	12.0 g
27. „ „ 6 „ „	296 „	4 83 „
28. „ „ 6 „ „	382 „	3,58 „
29. „ „ 12 „ „	402 „	0,83 „

der Druckintensität

Der geringere Wert, welcher hier gefunden wird, ist vielleicht nicht der Ausdruck geringerer Kraftleistung, da bei der Rechnung der ganze Querschnitt zu Grunde gelegt wurde.

Bezüglich der Turgorverhältnisse stellte Pfeffer fest, dass eine Entspannung der Zellwände eintritt, welche unter Umständen (*Hordeum vulgare*) von einer Turgorschwellung begleitet sein kann.

Die Turgorverteilung ist unter normalen Verhältnissen im Knoten eine sehr ungleiche. So ist der plasmolytische Grenzwert des Außenparenchyms (z. B. bei *Hordeum*) in der Knotenscheide 5—9, jener des interfascicularen Parenchyms 8—12% Kalisalpeter. Auch ohne Turgorsteigerung ist derselbe also so hoch, „dass in jedem Falle eine höhere osmotische Energie zur Verfügung steht als in den Wurzeln".

Das Verständnis der Uebertragung der Turgorenergie gegen die Widerlage, wodurch die Außenleistung erreicht wird, macht eine kurze Besprechung der anatomischen Verhältnisse notwendig. „Der allein aktive Blattteil des Knotens wird von ringförmig angeordneten Leitbündeln durchzogen, welche durch das umgebende dünnwandige Parenchym in Zugspannung versetzt sind. Beim Isolieren verlängert sich dieses positiv-gespannte Parenchym um 30—40%, während das Leitbündel sich um weniger als 1% ... verkürzt". Ihrer Hauptmasse nach bestehen die Gefäßbündel aus dickwandigen Collenchymsträngen, die also als feste Pfeiler die dem Blattknoten sich anschließenden Gewebemassen verbinden. Unter normalen Verhältnissen ist in dem parenchymatischen Grundgewebe des Blattknotens die Zellwand völlig entspannt. Die so freigewordene Energie wird durch die negative Spannung des Collenchymstranges im Gleichgewicht gehalten. „Diese ganze Energie wird nun, indem das Gefäßbündel wächst — das Collenchym aber ist ein wachstumsfähiges Festigungsgewebe — allmählich ihrem vollem Betrage nach gegen eine unverrückbare Widerlage gelenkt, gegen welche dann ferner auch noch das Collenchym aktiv pressend wirkt".

„Die frühere Gewebespannung im Knoten ist nunmehr gänzlich verschwunden, kehrt aber bei Wegnahme der Widerlage sofort wieder, indem das hoch elastische Gefäßbündel bei minimaler Verlängerung die angestrebte Ausdehnung des positiv-gespannten Parenchyms unmöglich macht. Dieses wirkt also gegen die Gefäßbündel in einem analogen mechanischen Sinne, wie eine wachsende Wurzel, die den um-

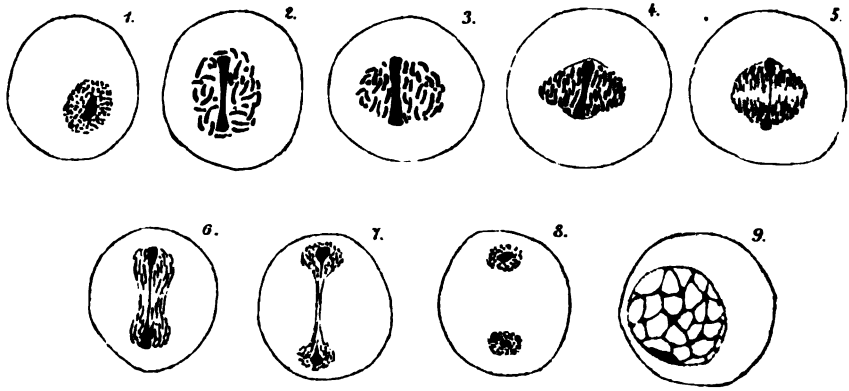
hüllenden Kautschuckschlauch durch die volle nach außen gewandte Turgorenergie in Zugspannung versetzt, während zugleich durch den Gegendruck des negativ-gespannten Schlauches das fernere Wachstum unmöglich gemacht wird".

(Fortsetzung folgt.)

Ueber die Kernteilung bei *Euglena*.

Von **F. Blochmann.**

Wie ich in Nr. 3 dieser Zeitschrift mitteilte, hatte ich schon vor längerer Zeit Karyokinese bei *Polytoma uvella* und *Monas vivipara* beobachtet. Ich veranlasste daraufhin einen meiner Schüler, Herrn Keuten, die Kernteilung bei den Flagellaten etwas eingehender zu untersuchen. Als erstes Material wurde die leicht zu beschaffende *Englena viridis* verwandt, welche in einem Tümpel mit *Trachelomonas volvocina* und einigen anderen Euglenen besonders *velata* dese[illegible] und *spirogyra*, die aber gegen die zuerst genannten Formen an Zahl zurücktraten, in großer Menge vorkam. Unsere Untersuchungen waren gleich von Erfolg gekrönt. Herr Keuten wird in Kurzem eine ausführliche Darstellung der Kernteilung bei *Euglena* geben. Ich teile das Wesentliche hier mit, weil ich aus einer Notiz von O. Zacharias[1]) ersehe, dass auch von andrer Seite auf diesem Gebiet gearbeitet wird.



Etwas schematische Darstellung der Kernteilung von *Euglena* unter Zugrundelegung von Schnitten durch *E. velata*. Fig. 1. Kern im Ruhezustand; Fig. 2–8 eine Reihe von aufeinanderfolgenden Teilungszuständen; Fig. 9 abnormer Kern.

Das Ergebnis unserer Untersuchungen entsprach meinen Erwartungen. Die Teilung des Kernes bei *Euglena* und *Trachelomonas* verläuft unter den Erscheinungen der Mitose. Dabei kommen aber doch Besonderheiten vor, die das größte Interesse beanspruchen.

1) Forschungsberichte der biol. Station Plön.

Der Kern der von uns untersuchten Euglenen und von *Trachelomonas* zeigt im Ruhezustande das schon öfter geschilderte in Fig. 1 dargestellte Verhalten. Er enthält einen ansehnlichen centralen Körper, den sogenannten Nucleolus, der aber, wie die Darstellung des Teilungsvorganges beweist, hier wohl als etwas anderes zu betrachten ist, als die Nucleolen in anderen Fällen. Dieser Nucleolus wird umgeben von einem ziemlich dicken Mantel von chromatischer Substanz, die aus kleinen, stäbchenförmigen, intensiv sich färbenden Körperchen besteht. Ob diese durch Linienfäden verbunden sind, lässt sich am normalen Kern nicht so ohne weiteres entscheiden, wird aber höchst wahrscheinlich durch gewisse abnorme Umbildungen des Kerns, die unten noch erwähnt werden sollen, und durch die Analogie mit anderen ähnlichen Verhältnissen. Umschlossen wird das Ganze von einer sehr zarten, schwer nachweisbaren Membran, welche bei der Teilung leichter sich erkennen lässt.

Den Anfang der Teilung beobachteten wir in unseren Kulturgefäßen gegen Abend. Die Kerne werden größer, was hauptsächlich durch Umbildung der Chromatinmasse bedingt wird. Die vorher kurzen Stäbchen haben sich in etwas längere und gekrümmte Fädchen umgewandelt, die weiter auseinander gerückt sind. Vielfach bemerkt man in diesem Stadium schon eine beginnende Streckung des Nucleolus. Schließlich wächst derselbe zu einem an beiden Enden etwas verdickten Stäbchen aus (Fig. 2). In einem folgenden (Fig. 3) bildet der Kern ein Rotationsellipsoid, dessen kurze Axe von dem Nucleolusstäbchen gebildet wird. Dann gruppieren sich die Chromosomen zu der Aequatorialplatte (Fig. 4).

Diese zerfällt dann unter weiterer Verlängerung des aus dem Nucleolus hervorgegangenen Stäbchens in die zwei Tochterplatten (Fig. 5). Das Verhalten der chromatischen Elemente konnte bis jetzt noch nicht vollständig ermittelt werden, weshalb ich ein genaueres Eingehen auf diese Verhältnisse unterlasse. Wahrscheinlich findet eine Längsspaltung der Chromosomen statt. Indem die Tochterplatten noch weiter auseinanderrücken, nimmt der ganze Kern eine hantelförmige Gestalt an (Fig. 6). Dabei wird das Nucleolusstäbchen in der Mitte sehr verdünnt. Auf diesem Stadium kann man sich überzeugen, dass die Kernmembran erhalten bleibt, in ähnlicher Weise, wie es seinerzeit von Schewiackoff für *Euglypha alveolata* schilderte.

Schließlich wird der Kern in der Mitte durchgeschnürt und aus den beiden Hälften gehen die Kerne der beiden Tochterindividuen hervor, wobei jede Hälfte des ursprünglichen Nucleolus zu dem Nucleolus eines neuen Kernes wird (Fig. 7. 8).

Es ist bis jetzt nicht gelungen Spindelfasern zur Ansicht zu bringen, so dass man vorderhand annehmen muss, dass dieselben fehlen und durch den stabförmigen Nucleolus ersetzt werden. Wie

schon durch frühere Untersuchungen bekannt ist, färbt sich der Nucleolus recht intensiv, mit Carminlösungen sogar intensiver, als die chromatische Substanz. Bei Hämatoxylinfärbung lässt sich jedoch leicht erkennen, dass er einen anderen Ton annimmt, als die chromatischen Elemente. An Chromosmiumessigsäurematerial ist die Färbbarkeit des Nucleolus sehr herabgesetzt oder ganz verschwunden. Er erscheint dann in den Spindeln als blasses Stäbchen. Bei Doppelfärbung durch Orange G-Hämatoxylin wird der Nucleolus intensiv orangegelb gefärbt, während die chromatische Substanz durch das Hämatoxylin sich schön blau färbt. Solche Präparate sind sehr instruktiv und äußerst elegant.

Wie die vorstehende kurze Darstellung der Kernteilung von *Euglena* (genau dasselbe gilt für *Trachelomonas*) zeigt, handelt es sich dabei sicher um eine Mitose, aber doch immerhin um einen bis jetzt fast vollständig isoliert dastehenden Fall von Mitose. Das einzige, was sich damit meines Wissens einigermaßen vergleichen lässt, sind die vor kurzem mitgeteilten Beobachtungen von Lauterborn [1]) über die Kernteilung bei Diatomaceen. Was Lauterborn mit Hermann „Centralspindel" nennt, hat eine gewisse Aehnlichkeit mit dem aus dem sog. Nucleolus der Euglenen hervorgehenden Axenstäbchen der Spindel. Allerdings entsteht die „Centralspindel" bei den Diatomaceen außerhalb des Kernes und tritt erst nachträglich in nähere Beziehung zu den chromatischen Elementen. Ferner konnte ich an dem Axenstäbchen der Euglenen keine Längsstreifung erkennen.

Centrosomen und Polstrahlung wurde bis jetzt bei den Euglenen vergeblich gesucht. Allerdings sind sie dazu auch wegen der Chromatophoren und des Paramylums wenig geeignete Objekte. Ich will dabei noch erwähnen, dass es sehr leicht gelingt in den Euglenen Körperchen nachzuweisen, die ich anfangs, als ich sie in nicht in der Teilung begriffenen Individuen auffand, für Centrosomen zu halten geneigt war. Diese Körperchen lassen sich in verschiedener Weise darstellen. Am leichtesten gelingt es, wenn man Euglenen mit Flemming'scher oder Hermann'scher Lösung fixiert, nach kurzer Einwirkung und ebenfalls kurzem Auswaschen in Wasser direkt in verdünntes Pikrokarmin überführt, dieses einige Stunden einwirken lässt und dann in Balsam einschließt. Es leidet bei dieser Behandlung allerdings die Struktur des Kernes etwas, die Färbung wird aber sehr intensiv. Das Plasma bleibt ganz oder fast ganz farblos und die Chromatophoren entfärben sich durch die Alkoholwirkung vollständig. Untersucht man solche Präparate mit Oelimmersion und herausgezogner Blende, so findet man in jedem Exemplar fast stets ein einziges kugelförmiges intensiv rot gefärbtes Körperchen von winziger

1) Lauterborn R., Ueber Bau und Kernteilung der Diatomeen. Verh. d. naturh. med. Ver. Heidelberg, N. F., V, S. 1—26.

Größe, das oft dem Kern dicht anliegt, aber manchmal auch weit von demselben sich findet. Oefter fand ich zwei solche Gebilde, in einem Fall auch drei. Wie gesagt glaubte ich darin die Centrosomen gefunden zu haben. Die Prüfung von Teilungszuständen auf diesen Punkt lässt mir diese Deutung aber sehr zweifelhaft erscheinen. Ich fand nämlich oft neben wohl ausgebildeten Spindeln das Körperchen unverändert und ungeteilt, in anderen Fällen konnte ich es gerade bei Kernspindeln enthaltenden Individuen nicht nachweisen. In vollständig geteilten Individuen konnte ich wieder fast stets in jedem Sprössling das Körperchen auffinden. Es mag genügen, auf diese vorderhand noch nicht zu deutenden Befunde hingewiesen zu haben.

Ebenso kurz möchte ich noch eine andere Erscheinung erwähnen, die wir öfter an den Kernen der Euglenen besonders in älteren Kulturen beobachteten. Man findet darin nicht selten Individuen, bei denen der Kern ein ganz abnormes Aussehen hat (Fig. 9). Derselbe ist viel größer als normal. An Stelle der gewöhnlichen Struktur enthält er ein grobmaschiges Netzwerk, das sich wenig intensiv färbt, der Nucleolus ist zum Teil deutlich erhalten und liegt der Kernmembran an, zum Teil ist er auch verschwunden. Wir haben eine ganz allmähliche Reihe von Uebergängen beobachtet, die aus dem normalen Kern schließlich den geschilderten abnormen machen. Davon haben wir uns auf das bestimmteste überzeugt, dass dieser Umbildungsprozess mit der Teilung nichts zu thun hat. Voraussichtlich wird es sich dabei um einen Degenerationsvorgang handeln. Da nach meiner früheren Mitteilung für *Polytoma uvella* und *Monas vivipara* durch die vorliegende für eine Reihe von Euglenoidinen, durch Fisch für *Codosiga*, durch Zacharias für *Ceratium*, durch Ischikawa für *Noctiluca* Vermehrung der Kerne durch Mitose nachgewiesen ist, so wird dieser Teilungsvorgang wohl als der bei Mastigophoren allgemein vorkommende gelten dürfen, wenn auch, wie gerade die Euglenen zeigen, da und dort interessante Abweichungen von dem gewöhnlichen Schema sich finden mögen.

Rostock, den 3. Februar 1894.

Zur Kenntnis von *Dimorpha mutans* Grub.

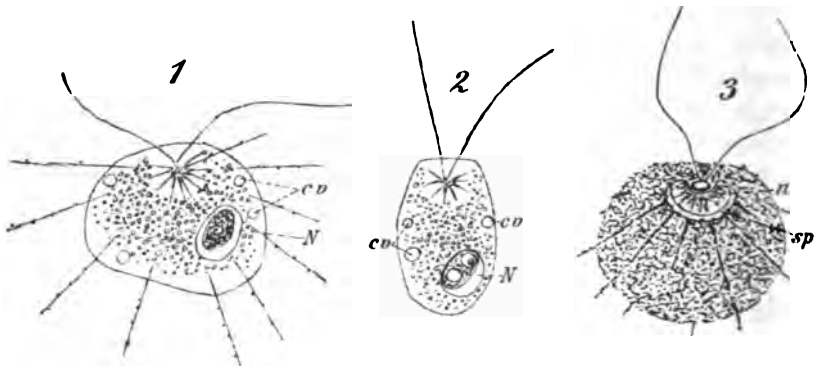
Von **F. Blochmann.**

In Wasser aus einer kleinen Pfütze, in welchem verschiedene Euglenen in Menge vorkommen, traf ich die merkwürdige *Dimorpha mutans*, deren Entdeckung wir Gruber verdanken. Ich benützte diese Gelegenheit, um das seltene Tier durch eigene Anschauung genauer kennen zu lernen, und fand dabei manches, was Gruber entgangen war und was die vollständige Mischung von Heliozoen- und Flagellatencharakteren, der *Dimorpha* ihren Namen verdankt, noch deutlicher erkennen lässt.

Ich kann Gruber's Beobachtungen in vielen Punkten vollständig bestätigen. Größe, allgemeine Gestaltung des Tieres, den leichten Uebergang desselben aus Flagellaten- in Heliozoenzustand und umgekehrt, das Erhaltenbleiben der Geißeln im Heliozoenzustande, die Nahrungsaufnahme fand ich ebenso wie Gruber. Dagegen haben die mir vorliegenden Tiere in beiden Zuständen stets mehrere (6—10) oberflächlich gelagerte, kleine kontraktile Vakuolen. In den Pseudopodien beobachtete ich deutliche, wenn auch ziemlich langsame Strömung der Körnchen. Von besonderem Interesse war mir aber das Vorhandensein von Axenfäden. Allerdings lassen sich diese in den Pseudopodien selbst, wegen der allzugroßen Feinheit derselben nicht mit Sicherheit erkennen, dagegen treten sie deutlich in der peripheren, von größeren Körnchen fast stets freien Plasmazone des Körpers hervor.

Am lebenden Objekt sieht man, an der Geißelbasis gelegen, einen hellen, von Körnchen freien Fleck (Fig. 1), welchen auch Gruber bemerkte. In diesem treten die Axenfäden wieder aufs deutlichste hervor. Sie streben alle nach einem zentralen Punkte zusammen. Von besonderem Interesse ist, dass auch die Ursprünge der beiden Geißeln bis zu diesem Punkte zu verfolgen sind.

Genau dasselbe lässt sich auch an dem lebenden Schwärmzustande mit eingezogenen Pseudopodien erkennen (Fig. 2). Auch hier sieht man dem Vorderende des Körpers genähert den hellen Fleck, in dessen Zentrum sich Geißelbasen und Axenfäden vereinigen.



Dimorpha mutans Grub. Fig. 1. Heliozoenzustand nach dem Leben; Fig. 2. Flagellatenzustand ebenso; Fig. 3. Im Heliozoenzustand fixiert und gefärbt. *n* = Kern; *cv* = kontraktile Vakuole; *sp* = durch die Präparation aufgetretener Spaltraum zwischen Kern und Plasma; *N* = Nahrungskörper.

Genaueren Aufschluss gaben mit Pikrinessigsäure fixierte und gefärbte Präparate. (Fig. 3.) Sie zeigen, dass in dem hellen Fleck der Kern liegt. Derselbe hat schüsselförmige Gestalt und kehrt die Aushöhlung nach dem Vorderende. In dieser Aushöhlung sieht man deutlich ein kleines Körperchen liegen, welches wohl dem Zentralkorn

der Heliozoen entsprechen dürfte. Vom diesem Körperchen entspringen die Geißeln. Merkwürdig ist, dass die Substanz des Kernes deutlich radiär strahlig ist. Die Strahlen konvergieren nach dem Zentralkorn und scheinen nach außen zu in die Axenfäden überzugehen. Allerdings möchte ich dabei nicht annehmen, dass ein Axenfaden etwa wie ein Stab den Kern durchbohrt, um zum Zentralkorn zu gelangen, sondern glaube, dass unbeschadet der scharfen Sonderung des Kernes vom Plasma, in beiden ähnliche Differenzierungen vorhanden sind. Man sieht häufig an fixierten Tieren, dass das Plasma durch einen deutlichen Spalt von dem Kern getrennt ist (Fig. 3).

Ich hätte gerne diese merkwürdigen Verhältnisse eingehender studiert. Meinen Untersuchungen wurde jedoch, wie seinerzeit denen Gruber's ein plötzliches Ende dadurch bereitet, dass *Dimorpha* in den Gefäßen, worin sie, als ich sie zum ersten Male bemerkte, gar nicht selten vorkam, in 4 Tagen spurlos verschwunden war und sich auch aus dem freien nicht mehr beschaffen ließ.

Aus den mitgeteilten Beobachtungen an *Dimorpha* ergeben sich einige Resultate von allgemeinerer Bedeutung. Zunächst zeigen sie in Uebereinstimmung mit den Angaben von Klebs für verschiedene Flagellaten und denen von Frenzel für gewisse Rhizomastiginen, dass die Geißeln nicht ausschließlich der äußersten Plasmaschicht angehören, sondern dass ihr Ursprung tiefer liegt. Weiter lässt sich die Thatsache, dass die Axenfäden der Geißeln und diejenigen der Pseudopodien von demselben Zentralkorn entspringen, als wesentliche Stütze für die, besonders von Bütschli betonten, engen Beziehungen, die zwischen Geißeln und Pseudopodien bestehen, anführen. Ferner ist von Interesse, dass die zentralen Teile der Axenfäden auch dann bestehen bleiben, wenn die Pseudopodien vollständig eingezogen sind.

Durch den Nachweis der von einem Zentralkorn ausstrahlenden Axenfäden der Pseudopodien sind die Beziehungen von *Dimorpha* zu den typischen Heliozoen noch engere geworden, ohne dass darum die Verbindung mit den Flagellaten gelockert würde. Sie bleibt auf jeden Fall das, als was ihr Entdecker sie schon hingestellt hat, ein sehr wichtiges Bindeglied zwischen den beiden Abteilungen: Heliozoa und Flagellata.

Schließlich möchte ich noch einiges über die Begrenzung der Gattung *Dimorpha* sagen. Klebs hat neuerdings vorgeschlagen, provisorisch alle mit zwei Geißeln versehenen Rhizomastigina zu der Gattung *Dimorpha* zu rechnen. Dies führt jedoch insoferne zu Unzuträglichkeiten als die Gattung von Gruber auf die Art *Dimorpha mutans* gegründet wurde. Das Charakteristische an *Dimorpha mutans* ist nicht der Besitz von zwei Geißeln, sondern die ausgesprochene Heliozoenähnlichkeit, die sich in der im ruhenden Zustande annähernd kugelförmigen Gestalt des Körpers, in dem strahlenförmigen Bau der

Axenfäden führenden Pseudopodien und in der Anordnung derselben ausspricht. Solche Formen werden sich jedenfalls in größerer Zahl noch auffinden lassen. Ich habe selbst im Sommer 1885 in dem Bassin des Schwetzinger Schlossgartens, in welchem ich den *Haematococcus Bütschlii* entdeckte, eine andere ähnliche Form beobachtet, aber leider nur einige flüchtige Skizzen angefertigt. Sie unterschied sich von *D. mutans* durch den Besitz von 4 Geißeln und dadurch, dass sie stets mit vollständig ausgestreckten Pseudopodien langsam rotierend umherschwamm.

Die von Klebs neu beschriebenen Arten unterscheiden sich von *Dimorpha* leicht durch die Gestaltung der Pseudopodien, die so gebaut sind, wie bei den Rhizopoden, und durch die Anordnung der beiden Geißeln, von denen die eine als Schleppgeißel funktioniert. Klebs nimmt dies zwar auch für *D. mutans* an. Gruber sagt aber nur, dass die eine Geißel gelegentlich nachgeschleppt wird. Ich habe dies nie gesehen. Stets waren beide Geißeln bei der Bewegung nach vorn gerichtet.

Ich schlage für die von Klebs beschriebenen Arten den Namen *Dimastigamöba* vor. Die *D. radiata* Klebs nähert sich durch die Gestaltung der Pseudopodien (Körnchenströmung?) und die Art der Nahrungsaufnahme der *Dimorpha mutans*. Aber nach den Abbildungen sind die Pseudopodien nicht scharf vom Körper abgesetzt und ganz deutlich werden die Unterschiede bei Betrachtung des Flagellatenzustandes.

Auch damit bin ich nicht einverstanden, dass Frenzel die Rhizomastigina von den Flagellaten trennt. Bei Formen wie Ciliophrys, wo die Geißel bei der Entwicklung der Pseudopodien ganz eingezogen wird, kann man über die Zugehörigkeit zu der einen oder anderen Abteilung verschiedener Ansicht sein. Wenn aber die Geißeln einen typischen, bleibenden Bestandteil der Organisation ausmachen, wie bei den Rhizomastigina, ist es nach meiner Meinung das einzig richtige solche Formen zu den Flagellaten zu stellen, unbeschadet natürlich der engen Beziehungen die diese Wesen zu den Heliozoen und Rhizopoden aufweisen.

Pseudopodienbildung kommt gelegentlich auch bei typischen Flagellaten vor. Ich habe mit *Dimorpha* zusammen zahlreiche Exemplare von *Monas vivipara* beobachtet und konnte bei dieser Art, die gewiss Niemand von den Flagellaten trennen wird, nicht nur die Bildung von zipfelförmigen Pseudopodien, wie sie z. B. Stein darstellt beobachten, sondern sah öfter ein oder zwei ansehnliche, zwei bis drei Mal verzweigte Pseudopodien am Hinterende auftreten.

Rostock, 28. Januar 1894.

Berichtigung zu Bd. XIV Nr. 2.

In einer Mitteilung „Zur Biologie des Planktons“ von Francé werden von mir Dinge ausgesagt, die ich zu meinem Bedauern nicht gelten lassen darf.

S. 34 heißt es über die Tier- und Pflanzenwelt des Plattensees, dass sie „bezüglich ihrer einzelnen Formen keine gleiche Verteilung zeigt, wie Hensen in seinem bekannten Planktonwerk annimmt, ferner, „demzufolge muss ich die Hensen'sche Planktonzählmethode, welche grade auf einer (angenommenen) gleichen Verteilung des Limnoplanktons beruht“ u. s. w. Hiergegen ist zu sagen:

1) Was mit „bekanntem Planktonwerk“ gemeint sein soll, weiß ich nicht, ich rate den Seeforschern ab, nach solchem Werk zu suchen.

2) Ich habe überhaupt nie eine Untersuchung über Seenplankton angestellt; dass meine Methode auf Annahmen über Limnoplankton beruhe, ist daher nicht glaublich!

3) Dagegen war ich der Meinung, dass Landseen meistens zu klein und flach seien, um hier auf eine genügende Gleichmäßigkeit der Verteilung des Planktons rechnen zu können.

4) Diese Ansicht hat ein junger Zoologe mir als irrig erwiesen. Er hat durch mehrjährige, energische und unvergleichlich fleißige Untersuchungen einer Reihe sehr verschiedener holsteinischer Seen festgestellt, dass dort eine sehr gleichmäßige Verbreitung des Planktons Regel sei. Dass quantitative Fragen nur durch Messungen entschieden werden können, ist selbstverständlich; nicht dass auch er dies eingesehen hat, wohl aber, dass er solche Untersuchungen durchgeführt hat, ist sein großes Verdienst.

Ich nenne hier den schon genügend bekannten Namen meines jungen Freundes nicht, weil ich es Herrn Francé überlassen will, das nachzuholen, und sein für den Kundigen sehr auffälliges Versehen zu entschuldigen. Erst seit März 1892, also in neuester Zeit beginnt die Serie der bezüglichen Untersuchungen, sie sind sämtlich seiner Zeit dem Vorstand der biologischen Station des Plattensees übersandt worden. **Hensen.**

Zoologische Miszellen.

Von Dr. **F. Werner** in Wien.

(Schluss.)

IX. Bemerkungen über die Schildkrötenzeichnung.

Wenn man die Zeichnung der Schildkröten einer ähnlichen vergleichenden Untersuchung unterwirft, wie ich dies bereits bei den Säugetieren, den Squamaten unter den Reptilien, den Batrachiern und den Selachiern von den Fischen gethan habe, so findet man viele Eigentümlichkeiten wieder, die uns schon von früheren Betrachtungen her bekannt sind; und namentlich eine ganz merkwürdige Analogie

in der Aufeinanderfolge des Auftretens gewisser Zeichnungen und in der zunehmenden Komplikation der Zeichnung von den ursprünglicheren zu den höher entwickelten Formen. —

Bei den Schildkröten entsprechen die Trionychiden[1]) ungefähr den Geckoniden und Agamiden von den Reptilien und den Selachiern von den Fischen[2]). Wir finden im Allgemeinen hell oder dunkel gefleckte Formen (man vergleiche die Rajiden unter den Selachiern, deren scheibenförmiger Körper ganz dem Rückenpanzer der Trionychiden entspricht und die auch in der weiteren Entwicklung der Zeichnung eine ganz merkwürdige Aehnlichkeit mit diesen erkennen lassen, wie wir gleich weiter sehen werden. —

Wir haben also als erste Stadien der Zeichnung ungefähr dieselben wie ich sie von den Rajiden auf Tafel X meiner „Untersuchungen über die Zeichnung der Wirbeltiere“ (Zoolog. Jahrbücher, Bd. VI) abgebildet habe (Fig. 11, 6, 5). Diese Fleckenzeichnung finden wir bis zu den höchsten Formen hinauf verbreitet, sowohl auf dem Kopfe und den weichen Teilen als auf dem Panzer — häufiger allerdings fast schon die helle auf dunklem Grunde, welche auch beiden Schildkröten wie wir bei *Emys orbicularis* und *Cistudo carolina* sehen können, aus der dunkel gefleckten hervorgegangen ist. Eine weitere Ausbildung der Flecken (dunkle Ränder, also bei den Rochen-Abbildungen der Fig. 4 entsprechend), sehen wir bei *Trionyx ferox* und *spinifer*. Aus diesen Flecken leitet sich die hochdifferenzierte Ocellenzeichnung der drei *Trionyx*-Arten *T. hurum*, *formosus* und *leithi* ab, der sich allerdings von den Rochenzeichnungen nichts mehr vergleichen lässt, die aber dennoch mit der von *Torpedo narce* und *Raja binocularis* eine nicht unbedeutende Aehnlichkeit besitzt. Dabei ist wieder die Erscheinung zu bemerken, dass mit der zunehmenden Differenzierung und Ausbildung der Flecken ihre Zahl sich verringert und mehr weniger konstant wird; so ist die Anzahl der Ocellen bei *Raja mireletus* und *binocularis* (Fig. 1 u. 2) zwei, bei *Torpedo narce* (Fig. 12) fünf, bei den erwähnten drei *Trionyx*-Arten aber vier (seltener sechs). Dabei bleiben rund um die Ocellen noch ganz undifferente primitive Flecken übrig, ähnlich wie wir dies bei *Raja asterias* (Fig. 9) sehen.

Eine Postokularzeichnung finden wir unter den Trionychiden bei *Trionyx gangeticus* und *sinensis*, ferner bei der *Chelydide Platemys Hilairi*; ein Interokularband ist selten, scheint nach der Beschreibung Boulengers (Rept. Batr. Brit. India p. 37) bei *Hardella thurgi* vorzukommen und ist hie und da durch eine Fleckenreihe oder dergleichen angedeutet, ohne dass man diese Zeichnung als homolog

1) Während die *Clemmys*-Arten den Lacertiden oder Varaniden entsprechen.

2) Erwähnen will ich noch, dass von Reptilien außer den erwähnten Geckoniden (vergl. Bd. XIII S. 575) auch noch die Scincoiden-Gattung *Ristella retractile* Krallen hat, und dass das Gebiss von *Sphenodon* eher dem eines Nagers, als dem eines Raubtieres ähnelt, wie dies bei den Agamen der Fall ist.

ansprechen darf; so finden wir eine Interokularzeichnung bei *Trionyx hurum*, bei *Chrysemys picta* u. a. Die komplizierteren Kopfzeichnungen, welche sich namentlich bei *Clemmys*-Arten und zwar schon bei der europäischen *Cl. caspia*, *leprosa* und bei der chinesischen *Cl. reevesii* vorfinden, leiten sich von der von *Trionyx gangeticus* ab und sind in vielen Fällen noch unschwer darauf zurückzuführen. Nur die nordamerikanischen Arten aus den Gruppen *Pseudemys*, *Graptemys*, *Chrysemys*, *Trachemys* u. s. w. entfalten ein so kompliziertes System von meist longitudinalen und parallelen, zahlreichen Linien, dass deren Homologisierung zu den schwierigsten Untersuchungen auf diesem Gebiete gehört und ohne Abbildungen nicht wohl verständlich gemacht werden kann. Sieht man von diesen Formen ab, so gestalten sich die Verhältnisse der Zeichnung des Schildkrötenkopfes im Allgemeinen ziemlich einfach. Eine große Zahl von Schildkröten besitzt noch die ursprüngliche gefleckte Zeichnung des Kopfes (und meist auch Halses); und zwar hellgefleckt bei *Emys orbicularis*, *Clemmys guttata*, *Nicoria trijuga* (var. *thermalis*), *Cistudo carolina*, *Damonia hamiltoni*, *Trionyx cartilagineus*, *Subplanus*, *Emyda granosa*; dunkel gefleckt oder mit dendritischen dunklen Zeichnungen: *Emys orbicularis*, *Sternothaerus derbyanus*, *adonsoni*, *Malacoclemmys terrapen*, *Cistudo carolina*, *Cinosternum cruentatum*, *integrum*, *mexicanum*, *leucostomum*, *Elseya latisternum*, *Trionyx sinensis*, *Chelydra serpentina*.

Eine andere Gruppe besitzt hingegen einen dreieckigen oder vorn abgerundeten dunklen Scheitelflecken, wie wir ihn von den Schlangen [*Python molurus*, *Ascistrodon rhodostoma*, *Vipera nasicornis*, *Boodon niger* etc.[1])] kennen. Unter dem Seitenrande dieses dreieckigen Fleckens befindet sich dann regelmäßig ein heller Streifen, der also von der Schnauzenspitze auf der Schnauzenkante und über das Auge hinzieht und über die Schläfe zum Halse verläuft. Unter diesem sehen wir dann wieder einen dunklen Streifen, der dem Prä- und Postokularstreifen entspricht. So finden wir die Zeichnung bei *Trinox ferox* und *spinifer*; eine weitere Differenzierung erfährt die Sache dadurch, dass eine zweite helle Linie parallel der oberen, von der Schnauzenspitze zur Schläfe verlaufenden auftritt, die von der medianen Einkerbung des Oberschnabels unter dem Auge und unter der Tympanalregion verläuft; eine dritte helle Linie parallel und zwischen den vorigen, aber nur postokular ist nicht selten. — Diese Zeichnung finden wir bei *Cyclemys amboinensis*, *Bellia crassicollis*, *Clemmys ocellata*, *Clemmys macropus*, *Cinosternum pennsylvanicum*, *Chelydra serpentina*, *Morenia petersii*, *Nicoria tricarinata* etc.

Diese zwei Formen der Kopfzeichnung lassen sich nun sehr leicht ineinander überführen, und zwar lässt sich schon an unserer gemeinen *Emys orbicularis* der Uebergang von der gefleckten in die gestreifte Form beobachten. Vorher will ich aber noch auf einige Flecken hin-

1) Siehe Werner, Unters. Zeichnung der Schlangen, Wien 1893, S. 19.

weisen, die am Schildkrötenkopfe sehr häufig zu bemerken sind und durch ihre konstante Lage und Größe auffallen. Es sind diese hellen Flecken aus der ursprünglichen Fleckenzeichnung hervorgegangen, ob durch Verschmelzung kleinerer oder durch selbständige Vergrößerung, ist mir einstweilen noch nicht klar. Sie finden sich teilweise auch noch bei Schildkröten mit im Uebrigen ganz gestreiften Köpfen und fallen dann durch Größe und lebhafte Färbung auf (bei *Chrysemys picta*). Es sind im Wesentlichen drei Paare; ein postokularer runder Fleck, ein kleineres Paar zwischen den Postokularen, ein tympanales oder parietales Paar; das postokulare ist oft zu einem Streifen verlängert (bei *Chelymys Macquaria*, *Victoriae*, *Emydura Krefftii*, *Geoemyda spinosa*, *Emyda granosa*, *Nicoria trijuga*), sonst aber ist mir der Flecken noch aufgefallen bei *Clemmys caspia*, *leprosa*, *guttata*, *Chrysemys picta* und verwandten Arten und Gattungen, bei *Damonia*, *Nicoria trijuga* var. *thermalis* u. a.; das zweite Fleckenpaar bei *Damonia*, *Chemmys guttata*, *Emyda granosa*, *Kachuga intermedia*; das dritte bei *Clemmys picta* etc., *Emyda granosa*, *Bellia crassicollis*, aber auch schon bei *Emys orbicularis* kann man sie bisweilen schon sehen.

Wir kehren nun wieder zur Besprechung des Uebergangs zwischen der gefleckten und der längsgestreiften Form der Schildkrötenzeichnung über und zwar sehen wir, wie gesagt, schon bei *Emys orbicularis* häufig viele der gelben Flecken, die beim ersten Anblick ganz unregelmäßig verteilt scheinen, in Reihen angeordnet, die genau den vorhin besprochenen Längslinien entsprechen. Ja, wir sehen sogar auf der horizontalen Kopfoberfläche die Flecken auf eine Weise gereiht, die uns ganz unverständlich wäre, wenn wir nicht das Urbild dieser Kopfzeichnung bei *Trionyx gangeticus* kennen gelernt haben würden. Diese Zeichnung besteht aus zwei oder drei Winkeln, deren Schenkel parallel sind und nach hinten divergieren; eine Medianlinie halbiert alle drei Winkel. Zwei dieser Winkel finden wir mit gelben Punkten angedeutet bei *Emys*, ebenso die Medianlinie; und ebenso finden wir diese Zeichnung bei *Clemmys caspia*, wo allerdings die Flecken schon zu mehr weniger langen Streifen verschmolzen sind. Auf die Verbindung aller dieser erwähnten Zeichnungen ist auch der Grundtypus der Kopfzeichnung der nordamerikanischen *Clemmys*-Arten zurückzuführen. Die hinzutretende Komplikation, die enorme Vermehrung der Parallellinien ist dadurch entstanden, dass die einzelnen ursprünglichen Linien bei zunehmender Breite dunkle oder helle Ränder bekommen, diese sich wieder verbreitern und selbst wieder geändert werden; bei jedem neuen Auftreten dunkler Ränder verdoppelt sich natürlich die Anzahl der Streifen; es ist durch das verschiedene Alter der Streifen aber auch ihre mehr weniger verschiedene Breite und Färbung erklärlich.

Weitere Mitteilungen über die Kopfzeichnung, besonders die der

Clemmys-Arten behalte ich mir für später vor, da ausführlichere Erörterungen ohne Zuhilfenahme genauer Abbildungen schwer verständlich sind. Ich hoffe in dem einstweilen die Grundzüge der Schildkröten-Kopfzeichnung genügend klargelegt zu haben.

Auch die Zeichnung des Halses ist ursprünglich eine gefleckte und noch sehr häufig in dieser Form zu sehen (*Trionyx subplanus*, *cartilagineus*, *Emys orbicularis*, *Nicoria trijuga*, *Damonia Hamiltoni*, *Clemmys guttata* u. a.); aber schon bei den Trionychiden (*Emyda villata* und *Chitra indica*) geht die Fleckenzeichnung in eine längsgestreifte über, auch bei jungen *Chelys fimbriata* sehen wir Längsstreifung des Halses, desgleichen bei *Kachuga tectum*, *Cyclemys dhor*, *Bellia crassicollis* und vielen *Clemmys*-Arten, bei denen die Halszeichnung relativ ebenfalls wieder komplizierter ist als bei anderen Schildkröten und aus einfachen oder gegabelten, hellen und dunkel geränderten Längslinien besteht (schon bei den Europäern).

Die Extremitäten und der Schwanz stimmen in den meisten Fällen mit dem Halse in der Zeichnung überein, ebenso häufig sind sie ganz einfarbig. Hier will ich gleich bemerken, dass sekundäre Einfarbigkeit im Alter bei Schildkröten gerade nicht sehr häufig zu sein scheint, wenngleich die Tendenz dazu unstreitig allenthalben vorhanden ist; von den europäischen Arten wird nur *Clemmys leprosa* im Alter so ziemlich einfarbig, aber nur anscheinend; denn bei genauerer Betrachtung sieht man auch bei sehr alten Stücken noch die Zeichnung des Halses, der Marginalplatten u. dergl. —

Wir hätten nun bloß mehr den Panzer zu besprechen und zwar den Rückenpanzer; der ventrale ist wie überhaupt die Ventralseite der bisher untersuchten Wirbeltiere auch bei den Schildkröten wenig geeignet zu vergleichenden Studien, die Zeichnung beschränkt sich meist auf große, dunkle, unregelmäßige Flecken, die mehr weniger zusammenhängend sind und oft nur den Rand freilassen. Desto mehr ist vom Rückenpanzer (Carapax) zu sagen.

Bei den Trionychiden ist es im Grunde selbstverständlich, dass der ungeteilte Lederpanzer für die Zeichnung als einheitliches Ganzes gilt und diese daher unregelmäßig bezw. unsymmetrisch angeordnet oder aber, wie die großen Ozellen, zentriert ist. Aber auch bei den Schildkröten, deren Panzer aus symmetrischen Platten besteht, ist eine unregelmäßige Verteilung der Zeichnung, unabhängig von der symmetrischen Anordnung der Platten nicht allzu selten; aber häufiger ist doch der Fall, dass jede derselben ihre eigene, mehr weniger unabhängige Zeichnung besitzt. Der erste Fall ist durch *Emys orbicularis* und *Cistudo carolina* repräsentiert; bei *Clemmys caspia* bedeckt ein ganz unregelmäßiges, zusammenhängendes Netzwerk heller, dunkel geränderter Linien die Oberfläche und erst bei nordamerikanischen *Clemmys*- und *Chrysemys*-Arten ist eine mehr symmetrische Anordnung

und größere Unabhängigkeit der Zeichnung der einzelnen Platten bemerkbar; dieselbe ist mehr oder weniger ocellenartig, aus zahlreichen konzentrischen Linien bestehend.

Die eigentliche charakteristische Zeichnung der höheren Schildkröten ist die radiäre; indem vom Zentrum oder von einer Ecke jeder Platte Punkt- oder Strichelreichen, Linien oder breitere Streifen ausstrahlen. Eine solche Art ist schon unsere *Emys europaea*, bei der wir alle Uebergänge zwischen der punktierten und der radiärstreifigen Zeichnung der Platten des Rückenpanzers beobachten können; dasselbe ist bei *Cistudo carolina* der Fall, weiters finden wir diese Zeichnung bei *Sternothaerus, Pyxis, Cinyxis, Elseya, Hydraspis, Chelone* in verschiedener Deutlichkeit; am schönsten aber bei den *Testudo*-Arten, die wir bisher gar nicht besprochen haben, da sie weder eine Zeichnung des Kopfes oder der Extremitäten und des Schwanzes besitzen, noch Zeichnungen des Panzers außer denjenigen, die jetzt erwähnt werden sollen (nur *T. pardalis* mit undeutlich radiär (dunkel) gefleckter Panzer macht eine Ausnahme). *Testudo*-Arten mit radiärstrahligem Rückenpanzer sind: *T. elegans, platynota, oculifera, geometrica, radiata, trimeni, fiski* (Proc. Zool. Soc. London 1886); bei ihnen sind die Schilder schwarz, die Strahlen gelb. — Eine andere Zeichnung der *Testudo*-Arten besteht darin, dass die einzelnen Schilder schwarz gerändert sind (wenigstens teilweise), oder einen schwarzen Mittelflecken tragen, oder beides: *Testudo graeca, ibera*, (*Chersine*) *angulata*, (*Homopus*) *areolata, Horsfieldi*; bei *T. marginata* und *tabulota* ist von der gelben Grundfarbe nur mehr im Zentrum jedes Schildes ein großer Flecken geblieben, bei *T. nigrita* und *microphyes* (den *Nigrinos* unter den *Testudo*-Arten) aber ist die gelbe Färbung gänzlich geschwunden. Diese Arten sind also sekundär einfarbig durch Verdrängung der ursprünglichen gelben Färbung durch die schwarze Radiärzeichnung; dagegen ist wieder bei *T. calcarata*, ferner bei *T.* (*Homopus*) *femoralis* (Proc. Zool. Soc. London 1888, Tafel XIV) die Zeichnung total zurückgebildet und der Panzer einfarbig gelbbraun oder gelbgrün. — Eine Kombination der radiärstreifigen Form mit der geänderten findet sich bei *T. radiata*, Spuren der ersteren findet man übrigens bei allen *Testudo*-Arten.

Zu erwähnen wäre noch, dass die nicht eben seltenen Längskiele, die auf dem Rückenpanzer auftreten, häufig hell gefärbt sind; so bei *Sphargis* (*Dermatochelys*) *coriacea*, bei *Nicoria trijuga* u. a.; bei *Chrysemys picta* dagegen wieder die Suturen der Schilder des Rückenpanzers.

Aus den Verhandlungen gelehrter Gesellschaften.

Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin

vom 19. Dezember 1893.

Herr Nehring sprach „über Kreuzungen von *Cavia aperea* und *Cavia cobaya*".

Nachdem ich vor etwa fünf Jahren über die Herkunft des Haus-Meerschweinchens (*Cavia cobaya*) einen Vortrag in dieser Gesellschaft gehalten habe[1]), erlaube ich mir heute, einige kurze Mitteilungen über Kreuzungen von *Cavia aperea* und *Cavia cobaya* vorzutragen. Genaueres über dieselben habe ich in einer Abhandlung berichtet, welche demnächst im „Zoologischen Garten" erscheinen wird; die Hauptresultate der betr. Versuche sind von mir bereits in der „Naturwissenschaftlichen Wochenschrift", herausgeg. von H. Potonié, 1893, S. 473, angegeben worden[2]).

Dass ich über die betreffenden Kreuzungen überhaupt berichten kann, verdanke ich der besonderen Freundlichkeit unseres Mitgliedes des Herrn Dr. Heck, Direktors des hiesigen zoologischen Gartens. Herr Dr. Heck hat in Folge einer Anregung von mir sich bemüht, einige lebende Exemplare der *Cavia aperea* zu bekommen, und es gelang ihm schließlich im Anfang des Jahres 1891, durch die Güte einiger deutscher Landsleute, welche zu Rosario und S. Nicolas in Argentinien wohnen, ein Pärchen und ein vereinzeltes Männchen der genannten Art zu erhalten. Das Pärchen wurde zunächst zur Reinzucht, demnächst zur Kreuzung mit *Cavia cobaya* verwendet der vereinzelte Bock mir zu Kreuzungsversuchen überlassen.

Die erzielten Resultate stehen in einem starken Widerspruche mit den Beobachtungen, welche Rengger in seinem bekannten Werke über die Säugetiere von Paraguay hinsichtlich der genannten *Cavia*-Arten veröffentlicht hat[3]), und welche seitdem in zahlreichen zoologischen Werken als allgemein giltige Thatsachen hingestellt worden sind[4]).

Ich fasse die Hauptresultate der von Heck und mir ausgeführten Züchtungsversuche[5]) in folgende Sätze zusammen:

1. *Cavia aperea* pflanzt sich in Reinzucht nicht nur einmal im Jahre fort, wie Rengger behauptet, sondern mindestens 2—3 Mal. Die Zahl der Jungen eines Wurfes beträgt zwar gewöhnlich nur zwei, doch kommen auch Würfe von 3 Jungen nicht sehr selten vor. (Uebrigens gilt dieses auch für die frei lebenden Individuen in Brasilien Vergl. Aug. von Pelzeln, Brasil. Säugetiere nach Natterer, zool.-bot. Ges. in Wien, 1883, S. 79.)

2. Im Allgemeinen bleibt die gleichmäßige, feinmelierte Färbung auch bei den in Gefangenschaft gezüchteten Nachkommen der *C. aperea* bestehen; dennoch kam schon bei einem der ersteren Würfe der in Reinzucht gezüchteten Apereas ein Junges zur Welt, das einen weißen, länglichen Fleck am Rumpfe aufzuweisen hatte. (Leider ist dasselbe gestorben, ehe es zur Zucht verwendet werden konnte.) Es ist hiermit also die Möglichkeit einer Farben-Abänderung in Form von Flecken bei *C. aperea* nachgewiesen.

3. Die Kreuzung von *C. aperea* mit *C. cobaya* kann ohne Schwierigkeit ausgeführt werden, sowohl zwischen *C. aperea* ♂ und *C. cobaya* ♀, als auch

1) Sitzungsbericht vom 15. Januar 1889, S. 1—4 nebst 4 Abbildungen. Vergl. auch „Zoolog. Garten", 1891, S. 65—77.

2) Abgedruckt auch in der Revue des sciences naturelles appliquées, Paris 1893, p. 523.

3) J. R. Rengger, Naturgeschichte der Säugetiere von Paraguay, Basel 1830, S. 276 ff.

4) Siehe z. B. Giebel, Die Säugetiere, Leipzig 1859, S. 460; Blasius, Säugetiere Deutschlands, S. 430; Brehm's illustr. Tierleben, 2. Ausg., Bd. II, S. 424 ff.

5) Diese Versuche wurden teils im hiesigen zoolog. Garten, teils in dem kleinen Versuchsstalle des mir unterstellten zool. Instituts der kgl. landwirtschaftlichen Hochschule ausgeführt.

zwischen *C. cobaya* ♂ und *C. aperea* ♀. Natürlich ist das Geschlecht der Versuchstiere mit voller Exaktheit zunächst festzustellen, damit man nicht etwa ♂ mit ♂ zusammensperrt. Die Zahl der bisher seit 1892 erzielten Bastard-Würfe ist eine sehr bedeutende. Hieraus ergibt sich die Unrichtigkeit der oft wiederholten Behauptung, dass *C. aperea* sich nicht mit *C. cobaya* paare.

4. Die Bastarde sind fruchtbar, sowohl bei sog. Anpaarung, d. h. Vermischung mit einer der Stammarten, als auch bei Paarung unter einander. Letzteres Resultat erscheint besonders interessant; dasselbe ist bis jetzt schon durch sechs Würfe sicher gestellt[1]). Die Zahl der durch Anpaarung erzielten Würfe ist noch viel größer. Die Trächtigkeit der Bastarde dauert, wie bei *C. cobaya*, durchschnittlich 63 Tage.

5. Die Haarfarbe der wilden Art wird mit auffallender Zähigkeit vererbt. Unter den zahlreichen halbblütigen Bastarden befinden sich bisher nur zwei Exemplare, welche ein wenig von Fleckenbildung (analog der bei *C cobaya*) zeigen; alle anderen sind wildfarbig, d. h. *aperea*-farbig. Dasselbe ist von den Doppelbastarden (d. h. den Produkten der Paarung von Bastarden unter einander) zu sagen; dieselben sind bisher durchweg *aperea*-farbig.

6. Auch in der Schädelform, namentlich in der Form der Nasenbeine, macht sich das Apereablut bei den Bastarden in hervorragender Weise geltend. Es sind allerdings bisher nur einige wenige Exemplare in dieser Hinsicht exakt untersucht worden, da die übrigen noch leben.

7. Trotz der aus obigen Angaben ersichtlichen, nahen Verwandtschaft von *C. aperea* und *C. cobaya* darf erstere nicht als wilde Stammart der letzteren angesehen werden; vielmehr ist aus historischen Gründen, welche ich im „Zoologischen Garten", 1891, S. 75 ff. angeführt habe, das wilde peruanische Meerschweinchen (*Cavia Cutleri* King resp. Tschaudi) als Stammart des Haus-Meerschweinchens anzusehen. Man könnte aber die Frage aufwerfen, ob *Cavia Cutleri* überhaupt von *C. aperea* spezifisch verschieden sei; vielleicht genügt es, die erstere als eine westliche Lokalform (geographische Rasse) der *C. aperea* aufzufassen. Jedenfalls stehen *C. Cutleri* und *C. aperea* sich sehr nahe, sowohl physiologisch als auch morphologisch.

8 Die Fleckenbildung, welche wir an dem Haarkleide des Haus-Meerschweinchens gewöhnlich beobachten, ist erst durch Domestikation entstanden; eine geringe Beimischung vom Blute der wilden *C. aperea* genügt, um die gleichmäßige Haarfarbe der Stammform des Haus-Meerschweinchens wieder zur Entwicklung zu bringen. Auch diejenigen Bastarde, welche $^3/_4$ Blut von *C. cobaya* in sich haben, sind meistens *aperea*-farbig; einige von ihnen zeigen einen deutlichen Melanismus, indem sie einfarbig glänzend schwarz erscheinen. Ganz analoge Erscheinungen inbezug auf Abänderung der Haarfarbe kommen bei *Lepus cuniculus dom.* vor, sowohl hinsichtlich der Fleckenbildung, als auch hinsichtlich des Melanismus, sowie des leichten Rückschlages auf die Haarfarbe der wilden Stammart.

---

1) Anfangs schien es mir, als ob die Fortpflanzungsfähigkeit der Bastarde unter einander eine verminderte wäre. (Siehe Naturwiss. Wochenschrift, a. a. O.) Doch hat sich dieses in letzten Wochen als unrichtig oder nicht allgemein gültig herausgestellt.

Verlag von Eduard Besold (Arthur Georgi) in Leipzig. — Druck der kgl. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik — Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIV. Band. 15. März 1894. **Nr. 6.**

Inhalt: **Keller**, Alphonse de Candolle. — **Zacharias**, Ueber Periodizität und Vermehrung der Planktonwesen. — **Spencer**, Die Unzulänglichkeit der „natürlichen Zuchtwahl" (Nachschrift). — **Merkel u. Bonnet**, Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte. I. Band. — Berichtigungen.

Alphonse de Candolle.

1806—1893.

Ein Lebensbild von Dr. Robert Keller in Winterthur.

Ein überaus arbeitsreiches Leben, ein Leben so reich an Erfolg als an Jahren fand seinen Abschluss mit dem am 4. April 1893 erfolgten Hinschiede des Nestors der botanischen Wissenschaften Alphons de Candolle's. Ehrten doch eine litterarische Laufbahn von fast 70 Jahren[1]) an die hundert wissenschaftlichen Institute und Vereine Europas, Amerikas und Asiens dadurch, dass sie Alphonse de Candolle bald zum auswärtigen, bald zum korrespondierenden, bald zum Ehrenmitgliede ernannten.

Kann es natürlich nicht unsere Absicht sein in den nachfolgenden Blättern eine erschöpfende Biographie des Mannes zu schreiben, der in gleicher Weise ein Ruhm seines Vaterlandes wie seiner Wissenschaft war, so will es uns doch als eine Pflicht erscheinen, dass auch an diesem Orte des Mannes gedacht werde, der, wenn schon in erster Linie ein Repräsentant der botanischen Systematik, durch seine grundlegenden mannigfaltigen Arbeiten über Pflanzengeographie, durch seine originellen Studien über die Selektion des Menschen etc. einen ganz hervorragenden Anteil am Ausbau der biologischen Wissenschaften nahm.

Alphonse de Candolle wurde am 27. Okt. 1806 in Paris als Sohn des Genfers Pyramus de Candolle geboren. Seine erste

1) A. de Candolle's älteste Publikation. Note sur l'Agaricus tubaeformis de Schaeffer (Annales des Sc. nat., série 1, vol. 1) stammt aus dem Jahre 1824.

Jugend verbrachte Alphonse hauptsächlich in Montpellier, wo sein Vater seit dem Jahre 1807 eine Professur bekleidete. Sieben Jahre später, nachdem die kleine von dem nimmersatten Frankreich annektierte aber nicht assimilierte Republik wieder selbständig geworden war, wurde seinem Vater der Lehrstuhl der Botanik an der Genfer Akademie übertragen. Der junge de Candolle oblag an der Akademie zunächst dem Studium der Rechte und beschloss dasselbe damit, dass er sich auf Grund einer Dissertation „Sur le droit de grâce", die in juristischen Kreisen sehr gerühmt wurde, das Doktorat erwarb. Durch sein Studium der Rechtswissenschaften machte er sich auch mit dem Wesen der Statistik sehr innig vertraut, die er nachmals mit vieler Vorliebe, aber auch mit großem Erfolge auf das Gebiet der Naturwissenschaften übertrug. Neben seinen juristischen trieb er mit Eifer philosophische und naturwissenschaftliche Studien. Nachdem er sich mit dem Abschluss der erstern die Basis geschaffen hatte, die ihn über alle Wechselfälle des Geschickes, das ja gerade in dem bewegten Anfang unseres Jahrhunderts viele begüterte Familien rasch ökonomischem Ruine entgegenführte, hinweghelfen sollte, wandte er sich mit der ganzen Kraft eines energischen, schaffensfreudigen, hervorragend angelegten und gut situierten jungen Mannes der Botanik zu.

Im Jahre 1831 wurde er als Honorarprofessor der Genfer Akademie seinem Vater als hilfreiche Hand an die Seite gegeben. Ein Jahr darauf verheiratete er sich und 3 Jahre später, 1835, wurde er der Nachfolger seines Vaters, der sich gerne beruflicher Pflichten entledigen wollte, um namentlich ein von ihm begonnenes, auf breiter Basis angelegtes, bedeutungsvolles, wissenschaftliches Unternehmen, den Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis, energischer fördern zu können.

Nach dem Tode seines Vaters im Jahre 1841 war de Candolle ein großes Ziel seines Lebens klar vorgezeichnet, nämlich das große Werk seines Vaters fortzuführen und zu vollenden. Zahlreiche Monographien, die A. de Candolle in den Jahren 1830—1849 und nach längerer Unterbrechung wieder in den Jahren 1864, 1869 und 1873 veröffentlichte, legen Zeugnis von der trefflichen Durchführung des Vermächtnisses seines Vaters ab.

In der äußern Stellung de Candolle's vollzog sich im Jahr 1850 eine bedeutsame Veränderung. Die 2. Hälfte der 40iger Jahre brachte der Schweiz, nachdem der Sonderbund niedergeworfen war, die politische Wiedergeburt, die allerdings hier so wenig wie anderwärts ohne Wehen und Nachwehen verlief. Die Genfer Aristokratie, das „alte Genf", seit dem Jahre 1814 durch ihre Ueberlegenheit an Bildung und Einsicht, durch die ungebundene, soziale Stellung begüterter und selbst reicher Familien an der Spitze der Staates stehend, hatte durch die ängstliche Haltung in eidgenössischen Angelegenheiten der Bürger

Vertrauen verloren. Eine kleine Revolution, ein „Putsch“ wie der technische Ausdruck der Schweizer lautet, brachte im Oktober 1846 neue Männer an das Staatsruder, die bald selbst der Unduldsamkeit üppige Früchte reiften, die sie vor kurzem dem alten Regimente zum Vorwurf gemacht hatten. Im Jahre 1850, nachdem ein Jahr zuvor de Candolle als Präsident des Genfer Kunstvereins einen Strauß mit der Regierung auszufechten gehabt hatte, trat er von seiner Professur und der Direktion des botanischen Gartens zurück, ein Opfer nicht des Radikalismus, sondern menschlicher Schwäche der herrschenden Partei, die den unbequemen politischen Gegner kalt stellen wollte und darüber den Mann der Wissenschaft vergaß.

de Candolle's ökonomische Stellung war jedoch eine durchaus unabhängige. Für die Wissenschaft, der er seine volle Arbeitskraft nunmehr widmen konnte, war die veränderte Situation, so schmerzlich sie persönlich sein mochte, kein Schaden. Ein Decennium später hat sich de Candolle noch einmal auf politischem Gebiete bethätigt, um dann vom Jahre 1866 an definitiv auf die öffentliche politische Thätigkeit zu verzichten. Ein langer sonniger Lebensabend, dem geistige Frische und körperliches Wohlbefinden das beste des menschlichen Lebens, die Arbeitsfreudigkeit, bis zur letzten Stunde erhielt, war dem Manne beschieden, mit dessen hohem wissenschaftlichem Werte der rein menschliche in voller Harmonie stand. Er, der mit Ehren Ueberhäufte, bewahrte sich jene Anspruchslosigkeit und Bescheidenheit, die selbst dem angehenden Jünger der botanischen Wissenschaft den Verkehr mit dem alten Herrn leicht machte, jeder Zeit bereit die reichen Schätze seiner Sammlungen zum Gemeingut redlicher Arbeit werden zu lassen.

Schon seine erste monographische Arbeit, in der er die Campanulaceen behandelte, verrät nicht nur die Neigung zur Pflanzengeographie, sondern auch sein Geschick. In der That entwickelte er denn auch auf diesem Gebiete seine ganze Originalität. Kleinere Abhandlungen pflanzengeographischen Inhaltes bildeten die Vorläufer seines Hauptwerkes: „Géographie botanique raisonnée ou exposition des faits principaux et des lois concernant la distribution géographique des plantes de l'époque actuelle“.

Nicht sein Hauptwerk allein ist es, ein Hauptwerk der modernen Botanik darf es genannt werden, das auch der Glanz späterer Schöpfung nicht verdunkeln wird, eine Fundgrube botanischen Wissens, die einen Reichtum von Thatsachen aufgehäuft enthält, der jenem in Darwin's „Entstehung der Arten“ ähnlich uns höchste Bewunderung für die gewissenhafte Arbeit gepaart mit rastloser Ausdauer abzwingt. Die imponierende Wirkung dieser Wissensfülle wird aber dadurch gesteigert, dass ein sicheres und zugleich vorsichtiges Urteil den Wert ihrer einzelnen Bestandteile abwägt und prüft, dass eine wohl durchdachte klare Anordnung des umfangreichen, vielgliederigen und weit-

schichtigen Stoffes uns in geradezu klassischer Einfachheit entgegentritt.

de Candolle weist in diesem Werke der Pflanzengeographie die Aufgabe zu, zu zeigen, „was sich in der gegenwärtigen Verteilung der Gewächse durch die gegenwärtigen klimatischen Bedingungen erklären lässt und was von frühern Bedingungen abhängig ist". Sie ist also gleich der Paläontologie, gleich der Geologie berufen an der Aufklärung eines der größten Probleme der Naturwissenschaften, ja der Wissenschaft überhaupt, nämlich des Problems der Entwicklung der lebenden Welt, thätigen Anteil zu nehmen.

Kann es sich auch im nachfolgenden nicht darum handeln, ein Resumé der 2 inhaltsreichen Bände zu geben, so können wir uns doch nicht versagen, wenigstens auf einige Momente einzutreten, die uns zeigen, wie de Candolle das selbstgesteckte Ziel zu erreichen suchte.

Boussingault war der erste, welcher die Methode der Wärmesummen in die botanische Wissenschaft einführte. Durch sie wollte er bestimmen, welche Wärmesumme zur Entwicklung einer Pflanze nötig ist, welche Gebiete also vermöge ihrer thermischen Bedingungen das Gedeihen einer Pflanze gestatten. Er bestimmte die Wärmesumme durch Addition der thermischen Tagesmittel vom Tage des Beginns der Vegetationserscheinungen bis zu ihrem Ende. de Candolle zeigte in einer Reihe von Abhandlungen und namentlich auch im ersten Teil seiner Pflanzengeographie, dass die Methode der Wärmesummen für die Begründung der geographischen Verbreitung einer Art ein sehr wesentliches Moment werden kann. Ihre Anwendung lehrte ihn jedoch bald, dass die Bildung derselben so einfach nicht ist, wie Boussingault annahm, dass ferner der thermische Einfluss, so wichtig er für die Verbreitung einer Art auch ist, durch andere äußere Bedingungen, wie Beleuchtung und Feuchtigkeit, mannigfache Modifikationen erfahren kann.

Theoretisch lässt sich gegen Boussingault's Berechnungsweise einwenden, dass sie mit gewissen physiologischen Thatsachen nicht im Einklang steht, indem sie Wärmemittel mitzählt, die für das Leben der Pflanze ebenso bedeutungslos sind, wie die mittleren Tagestemperaturen des Winters. Die mittlere Wärmeintensität, welche gewissermaßen als auslösender Faktor der Lebensthätigkeiten der Pflanze dient, sie aus ihrem Winterschlafe erweckt, ist für verschiedene Pflanzen eine sehr ungleiche. Nicht die kleinste Erhebung über die Temperatur 0° ist die Minimaltemperatur, bei welcher sich allgemein die Lebenserscheinungen der Pflanzen zu äußern beginnen. Das Wärmeminimum liegt meist höher und ist vor allem für verschiedene Pflanzen sehr ungleich.

Der Verlauf nördlicher Grenzlinien einer Art ist volle Bestätigung dieser theoretischen Erwägungen. Mit jener Sorgfalt, die wir an allen

statistischen Zusammenstellungen de Candolle's beobachten, mit der die Klarheit des Urteils bei der Interpretation des statistischen Materials verbunden ist, werden für eine Reihe von Arten die Beziehungen der nördlichen Grenzlinie zum Verlauf der Parallelkreise und Isothermen geprüft und vor allem auch ihre gegenseitigen Beziehungen verglichen. Es ergibt sich daraus, um an 2 bestimmte Beispiele die allgemeinen Betrachtungen anzuknüpfen, dass *Alyssum calycinum* 5° westlich von Paris in Großbritannien etwa beim 57° nördlicher Breite seine Nordgrenze erreicht. Auf dem europäischen Festlande, etwa 7° östlich von Paris, liegt die Polargrenze bei 54°, 25° östlich wieder bei 56°, kreuzt dann etwas südlich von Kasan wieder den 55. Breitegrad um sich gegen den Ural zu etwa zum 53.° zu neigen. Der westliche Punkt seiner nördlichen Verbreitungslinie entspricht etwa der Jahresisotherme 10°, der östliche Punkt der Isotherme 5°, jener der Isotherme des Juli von 15°, dieser der Juli-Isotherme von fast 20°. Viel überraschender noch gestaltet sich das Verhältnis, wenn die nördliche Grenzlinie von *Radiola linoides* bestimmt wird. Zugleich zeigt sich dabei auf's schlagendste, dass die nördlichen Verbreitungslinien zweier Arten nichts weniger als parallel sind, und dass noch andere als thermische Verhältnisse den Verlauf der nördlichen Grenzlinie bestimmen. Der nördlichste Standort der Art fällt in Irland fast genau auf den 55. Breitegrad, und den 10.° westl. Länge (von Paris). Bei 5° westl. Länge erreicht die Nordgrenze fast den 60. Breitegrad, bei 5° östl. Länge etwa den $62^1/_2$.° nördl. Br., bei 15° östl. Länge etwa den 59.°, bei 25° östl. Länge etwa den 55°. Die östlichste Verbreitung liegt bei ca. 28°. Da kreuzt die nördliche Verbreitungslinie den 50.°. Im Westen beginnt die Nordgrenze bei der Jahresisotherme von ca. 10°, der Juli-Isotherme von 15°, erhebt sich dann in ihrem östlichen Verlaufe zur Isotherme von ca. 5° (Juli-Isotherme von 12°) und fällt zur Isotherme von 8° (Juli-Isotherme von 22°) ab. In diesem Verlaufe besitzt die Art bis fast zum 25.° östl. Länge zum Teil eine viel nördlichere Verbreitung als *Alyssum calycinum*, von 25° östl. Länge an geht dieses, zum Teil erheblich nördlicher, als jenes.

Mit dem Verlaufe, den man etwa aus Boussingault's Lehre der Wärmesummen erschließen möchte, stimmt allerdings der wirkliche Verlauf der nördlichen Grenzlinien absolut nicht überein. Eine einfache Beziehung zwischen den Tagesmitteln und der nördlichen Verbreitung besteht nicht.

de Candolle's Verdienst ist es, die Fehlerquellen der Boussingault'schen Methode klargelegt zu haben und damit der Methode der Wärmesummen jene Gestalt und jene innere Begründung gegeben zu haben, die sie nicht nur zu einem brauchbaren, sondern zu einem wertvollen Hilfsmittel für pflanzengeographische Untersuchungen macht. Die Bestimmung der Wärmesumme basierte de Candolle auf die

Bestimmung des Minimums, bei welchem für die betreffende Art die Lebenserscheinungen beginnen.

Aus der geographischen Verbreitung von *Allysum calycinum* erschließt de Candolle, dass der Beginn der Vegetation dieser Art ein Tagesmittel von mindestens 6° zur Voraussetzung hat. Bildet man von diesem Minimum an rechnend die Wärmesumme, die die Vollendung der Lebenserscheinungen — die Fruchtreife — der Art gestattet, dann findet man ca. 2450°. Für *Radiola linoides* wird ebenfalls ca. 6° als das Vegetationsminimum bestimmt und von ihm aus die Wärmesumme 2200°. Diese wird nun aber nicht überall erreicht, wo die Art sich findet. Sie sinkt in dem nördlichsten Verbreitungsgebiete fast um 300°. Die Erklärung für diese scheinbare Anomalie findet de Candolle in den besondern Beleuchtungsverhältnissen. Das Korrektiv der kleinern Wärmesumme bildet die längere Tagesdauer, also die längere Wirkung der chemischen Strahlen. Diese kann selbst ein Aequivalent von 600° werden. — *Aequilegia vulgaris*: Wärmesumme in Corsica von 5° ausgehend 2560°, Drontheim 1960°. — Eine andere Anomalie in dem Verlauf der nördlichen Verbreitungslinie wird gerade bei *Radiola* äußerst augenfällig. Die Wärmesumme von 2200° gestattete der Art in dem östlichen Verbreitungsgebiete einen nördlicheren Verlauf der Grenzlinie, als wie er in Wirklichkeit beobachtet wird. Diese südliche Verschiebung ist wohl in den Niederschlagsverhältnissen begründet.

So kommt de Candolle auf Grund des sorgfältigsten Studiums der geographischen Verbreitung einiger Arten und der klimatischen Verhältnisse — Wärme, Licht (Tageslänge) und Feuchtigkeit — der Fundorte dazu dem Boussingault'schen Gesetze der Wärmesummen folgende Formulierung zu geben, die dasselbe mit den Beobachtungen in Einklang bringt. „Gibt es in einer Gegend eine kalte und trockene Jahreszeit oder auch eine Periode zu großer Feuchtigkeit kombiniert mit einer zu kalten oder zu trockenen Epoche, dann muss man, um die Grenzen einjähriger Pflanzen zu bestimmen, die Temperatursumme zwischen den schädlichen Perioden berücksichtigen und für jede Art die Summe in der Weise bilden, dass man von einer ganz bestimmten minimalen Temperatur und einem bestimmten Feuchtigkeitsgrad ausgeht, die für jede Art je besondere sind".

Für ausdauernde Arten und Holzgewächse treten verschiedene modifizierende Umstände, wie z. B. die Winterkälte, hinzu, welche den Verlauf der nördlichen Grenzlinie beeinflussen. Immerhin muss auch für sie die Wärmesumme in der oben angedeuteten Weise gebildet werden.

So können also zwei Arten näherungsweise für ihren Lebenszyklus derselben Wärmesummen bedürfen und doch Arten durchaus verschiedener nördlicher Verbreitung sein, weil bei der einen Art die Lebensthätigkeit von einem viel geringern Wärmeminimum ausgelöst wird

als bei einer andern. Ganz frappant sind in dieser Beziehung die Verhältnisse zwischen *Chamaerops humilis* und *Fagus silvatica*. Aus der geographischen Verbreitung der erstern bestimmt de Candolle die ihr nötige Wärmesumme zu 2700° vom Minimum von 19° angerechnet, für letztere Art beträgt die Wärmesumme 2500°, aber von 5° angerechnet. So ist die weite Differenz der nördlichsten Verbreitungspunkte, Monaco auf der einen, Bergen auf der andern Seite, nicht das Resultat eines sehr ungleichen Gesamtwärmebedürfnisses — denn dieses ist ja thatsächlich bei beiden Arten nicht sehr verschieden —, sondern darin begründet, dass die Minimaltemperaturen, welche bei der einen und andern Art die Pflanze aus dem Ruhezustand zur Lebensthätigkeit anregen, sehr ungleich sind.

Unter den Problemen, die sich gleichsam als die Lieblingsstudien manifestierten, nimmt die Frage nach dem Ursprung der Kulturpflanzen eine der hervorragendsten Stellungen ein. An ihrer Lösung arbeitend, fand de Candolle, wie bei wenigen andern, Gelegenheit in jener Arbeitsweise sich zu bethätigen, die so sehr seine Stärke bildete, nämlich mit rastlosem Eifer und Fleiß ein immenses Material zu häufen und zu sichten, eine Fülle, die über die Arbeitsleistung eines einzelnen fast hinauszugehen scheint.

Die Wege zur Heimat der Kulturpflanzen lassen sich nicht ausschließlich durch die Auskunft, die die Botanik zu geben vermag, finden und auf weitere Strecken verfolgen. Nicht selten ermöglicht diese kaum mehr als eine allgemeine Orientierung, während der Geschichte und namentlich auch der Linguistik die Rolle der besondern Pfadfinder zufällt.

In einer Abhandlung aus dem Jahre 1836 findet sich der Beginn dieser Forschungsrichtung. Einige andere einschlägige Arbeiten stammen aus den Jahren 1852 u. 1853. In der Pflanzengeographie widmet de Candolle dieser Frage bereits ein umfangreiches Kapitel, in welchem die Grundzüge jenes berühmt gewordenen Werkes: „Origine des plantes cultivées" niedergelegt sind, das im Jahre 1883 erscheinend in rascher Folge in italienischer, englischer und deutscher Ausgabe erschien, dessen französische Ausgabe innerhalb weniger Monate eine zweite, im Jahre 1886 eine 3. Auflage erlebte.

Die Kenntnis des Ursprungs der Kulturpflanzen verdanken wir thatsächlich fast ausschließlich de Candolle's Forschung. Zu Anfang unseres Jahrhunderts war die Heimat der meisten Kulturpflanzen — de Candolle führt deren 247 Arten an — noch völlig unbekannt. Ja, man schien zu glauben, dass es überhaupt ein Ding der Unmöglichkeit sein würde, je die Heimat von Pflanzen zu entdecken, die oft schon im grauen Altertum der Mensch hegte und pflegte. So nennt kein geringerer als A. von Humboldt in einem Essay über Pflanzengeographie aus dem Jahre 1807 den Ursprung der Kulturpflanzen „ein

undurchdringliches Geheimnis". Heute ist das ursprüngliche Vaterland der meisten Arten dank dem emsigen Sammelfleiß, dank dem scharfen Urteil de Candolle's bekannt. Wir wissen, dass von 199 Arten die alte Welt, von 45 Amerika die Heimat ist; von 3 Arten kann der Ursprung nicht mit Sicherheit bestimmt werden. Auffällig ist, in welch ungleichem Maße die einzelnen Florengebiete als Heimat von Kulturpflanzen erscheinen. In dem weiten Gebiete der Union sind nur 2 Arten, *Helianthus tuberosus* und *Cucurbita Pepo* heimisch. Von Neuholland und Neuseeland haben wir ebenfalls nur 2 Arten, *Eucalyptus globosus* und *Tetragonia*, ein Gemüse von geringem Nährwert, das als Ersatz des Spinates dient.

Die Kultur der Kulturpflanzen ist zum Teil außerordentlich alt. Für 44 Species wies de Candolle nach, dass sie seit mehr denn 4000, zum Teil seit circa 6000 Jahren kultiviert werden, Pflanzen, deren Wurzeln, Stengel, Blätter oder Früchte oder Samen dem Menschen als Nahrung dienten und dienen, oder Arten, die er des Wohlgeschmacks der Früchte wegen pflegte, oder die er als Farb- und Textilpflanzen baute. Diese ältesten Kulturpflanzen sind zumeist ein- und zweijährige Arten.

Fast lässt sich sagen, dass dieser Kategorie ältester Kulturpflanzen alle wertvollen Arten zuzuzählen sind. Wenigstens lässt sich von all den jüngern, die seit weniger als 2000 Jahren kultiviert werden, keine einzige Art etwa dem Mais, Reis, den Getreidearten, der Kartoffel etc. an die Seite stellen.

Doch nicht nur die Heimat der Kulturpflanzen hat de Candolle erschlossen. Wenn auch nicht von allen, so ist doch von den meisten derselben auch der spontane Zustand, die wilde Stammform der Kulturpflanze bekannt, nämlich von 193 Arten. 27 Species sind zweifelhaft, d. h. wahrscheinlich nur subspontan, 27 wurden nicht in wildem Zustande gefunden. Wird vielleicht ein Teil dieser auch noch entdeckt werden, so ist von einem andern Teil der spontane Zustand zweifellos erloschen.

Auffällig erscheint vor allem die große Zahl (81 %) der sehr alten Kulturpflanzen, die in wildem Zustande getroffen wurden. „Ich glaubte a priori, schreibt de Candolle, dass eine viel größere Zahl von seit 4000 Jahren kultivierten Arten von ihrem wilden Zustande in solchem Grade abgewichen sein würden, dass man sie nicht mehr unter den spontanen Pflanzen wieder erkennen könnte. Es scheint aber im Gegenteil, dass die ältern Kulturformen sich gewöhnlich neben jenen erhielten, welche die Landwirte von Jahrhundert zu Jahrhundert neu erhielten und vermehrten. Man kann hierfür zwei Gründe angeben. 1) Die Periode von 4000 Jahren ist im Vergleich zur Dauer der meisten Species der Phanerogamen kurz. 2) Die kultivierten Arten erhielten beständig von außerhalb der Kulturen her Zufluss durch Samen, welche

der Mensch, die Vögel und verschiedene natürliche Agentien aussäeten und verschleppten. Diese so entstandenen Ansiedelungen mischen oft die Stöcke, die aus wilden Pflanzen hervorgingen mit jenen, die aus kultivierten Exemplaren entstammten, um so mehr als sie sich gegenseitig befruchteten, weil sie die gleiche Art sind. Dies zeigt sich gegenwärtig deutlich an jenen Kulturpflanzen der alten Welt, die in Amerika in Gärten gezogen werden und die später zu Gartenflüchtlingen werden, die sich in Masse im Felde oder in Wäldern ansiedeln, wie z. B. die Artischoke in Buenos-Ayres oder die Orangenbäume in verschiedenen amerikanischen Distrikten. Die Kultur dehnt die Wohngebiete aus. Sie ersetzt den Ausfall, den die natürliche Reproduktion der Arten haben kann".

Wenn nun anderseits beobachtet wird, dass einige der Kulturpflanzen als spontane Arten ausgestorben sind, — verschiedene der häufigsten Kulturpflanzen, wie *Triticum vulgare*, *Zea mais*, *Ervum Lens* etc. gehören hierher, — der Langlebigkeit der einen die relativ kurze Dauer der andern also gegenübersteht, so ist das vielleicht darin begründet, dass ihre Samen ihres Stärkegehaltes wegen von Vögeln, Nagern und verschiedenen Insekten gesucht werden. Sie sind durch die Samenhülle nicht so geschützt, dass sie ohne Schaden den Verdauungsapparat zu passieren vermöchten. Sie sind damit jenen gegenüber im Nachteil, welche, ohne ihre Keimfähigkeit einzubüßen, den Verdauungsapparat eines Tieres durchlaufen können. „Man kann allgemein sagen, dass die Arten mit mehligen Samen, die nicht durch eine harte Hülle geschützt sind, selten werden und die Tendenz haben als spontane Arten zu erlöschen, während die Bevölkerung der Arten mit Nüssen oder mit kleinen harten Samen, die von Fleisch umgeben sind, die Neigung haben zu wachsen und zu dauern". —

Der Titel der Pflanzengeographie de Candolle's deutet bereits an, dass seiner Auffassung nach wohl eine gewisse Summe pflanzengeographischer Erscheinungen aus den gegenwärtigen, klimatischen und geographischen Verhältnissen resultiert, dass aber ein anderer Teil derselben und nicht der kleinere aus den Bedingungen der Gegenwart nicht zu erklären ist. So beobachten wir, dass gewisse Arten in einem bestimmten Gebiete vorkommen, einem andern dagegen fehlen, wo die gegenwärtigen Bedingungen, wie z. B. die Adventivflora verschiedener Gebiete uns lehrt, ihnen zu leben gestatteten. Es mag an das kanadische *Erigeron*, an die *Stenactis annua*, an *Solidago serotina*, verschiedene Asterarten, an *Oenothera biennis* erinnert werden, die alle heute in vielen Ländern Europas oft an zahlreichen Standorten und zumeist in großer Individuenzahl so gut gedeihen, wie in ihrer amerikanischen Heimat. Umgekehrt sind europäische Arten, de Candolle erwähnt z. B. *Linaria vulgaris*, *Echium vulgare*, *Plantago major* etc., zu guten amerikanischen Bürgern geworden. Diese naturali-

sierten Arten lehren also, dass es nicht klimatische Verhältnisse der Gegenwart sind, welche sie als endemische Bestandteile der Flora des einen oder andern Gebietes ausschließen.

Zweifellos hatten in einzelnen Fällen die gegenwärtige Trennung der Kontinente, wie das Fehlen von Transportmitteln, die die Verbreitung der Samen über weite Gebiete gestatteten, oft die Ausdehnung eines Verbreitungsgebietes gehemmt. Ebenso aber muss das ursprüngliche oder wenigstens ältere Vorkommen einer Art eine die jetzige Verbreitung bestimmende Bedingung sein, eine Bedingung, die durchaus unabhängig von der Gegenwart ist. So räumt also de Candolle den geologischen Faktoren eine sehr große Bedeutung für das Verständnis der gegenwärtigen Verteilung der Pflanzenwelt ein, indem er zuerst mit aller Klarheit darauf hinweist, dass die einzige erkennbare Ursache des Fehlens einer Art in einem Gebiete oft die ist, dass sie in einer frühern geologischen Epoche sich dort nicht fand.

Noch andere Momente weisen auf die Wirkung außerhalb der gegenwärtigen Verhältnisse liegender Bedingungen hin. So beobachten wir das Vorkommen großfrüchtiger Arten, deren Samen also nicht leicht vertragen werden können, in Gebieten, die heute von einander oft räumlich weit durch Schranken — Meere, hohe Gebirgszüge — getrennt sind, die für die Wanderung der betreffenden Arten unüberwindliche Hemmnisse sind. Eine Reihe von Arten, für welche eine Verbreitung durch Meeresströmungen ausgeschlossen ist, findet sich z. B. auf den Inseln des Mittelländischen Meeres oder auf einzelnen derselben und dem Festlande. „Also müssen in frühern Epochen verschiedene Kommunikationsmittel vorhanden gewesen sein, die heute fehlen, oder aber die frühere oder ursprüngliche Verteilung der Arten bestimmt dieses Vorkommen".

Auf die Wirkung früherer Bedingungen weist ferner der Umstand hin, dass gewisse Gebiete, welche heute das Meer trennt, eine größere Zahl gemeinsamer Arten aufweist, als man nach der Entfernung und nach der Natur der beiden Klimate erwarten würde, wie z. B. Spanien und gewisse Thäler des Kaukasus oder Persiens, Indien und die Inseln des östlichen Afrikas, während anderseits wieder zu beobachten ist, dass Gebiete, deren Entfernung und klimatische Verhältnisse große Analogien vermuten ließen, mehr durch ihre Differenzen auffallen, wie z. B. Neuseeland und Neuholland.

Die Verbreitung einzelner Ordnungen lässt sich wieder nicht unter Zuhilfenahme der gegenwärtigen Lebensbedingungen der Pflanzen verstehen. Gewisse Ordnungen einfacherer Gestaltung, wie z. B. Gräser, Cyperaceen u. s. f., haben, trotzdem ihre Samen nicht mit den bessern Verbreitungsmitteln ausgerüstet sind, eine ungleich größere Verbreitung, als andere höher gestaltete Ordnungen, wie z. B. die Kompositen, die doch zum großen Teil viel bessere Verbreitungsmittel besitzen.

So kommt de Candolle zu der Erkenntnis, dass das Alter der lebenden Arten ein ungleiches sein müsse. „Vielleicht, sagt er, folgten sie zeitlich aufeinander, sei es, dass sie von alten Arten der aufeinanderfolgenden geologischen Perioden abstammen, sei es, dass sie successive durch eine übernatürliche Ursache geschaffen wurden, sei es endlich, dass die einen zu bestimmten Zeiten geschaffen wurden, während die andern auf natürlichem Wege entstanden".

Einer Charakteristik der wissenschaftlichen Bedeutung und des wissenschaftlichen Standpunktes von Alphonse de Candolle darf eine Skizzierung seiner Vorstellungen über die natürliche Entstehung der Arten nicht fehlen. Wir dürfen freilich nicht vergessen, dass wir damit eine Periode seiner Arbeit schildern, die als vordarwinische bezeichnet werden muss. Erst 4 Jahre, nachdem er seine Ansichten über den Ursprung der Arten entwickelt hatte, erschien Darwin's epochemachendes Werk „Die Entstehung der Arten".

Die Art definiert de Candolle als „des collections d'individus qui se ressemblent assez pour: 1) avoir en commun des caractères nombreux et importants qui se continuent pendant plusieurs générations, sous l'empire de circonstances variées; 2) s'ils ont des fleurs, se féconder avec facilité les uns les autres et donner des graines presque toujours fertiles; 3) se comporter à l'égard de la température et des autres agents extérieurs d'une manière semblable ou presque semblable; 4) en un mot, se ressembler comme les plantes analogues de structure, que nous savons positivement être sorties d'une souche commune, depuis un nombre considérable de générations".

Im Gegensatz zur Cuvier'schen Schule betont de Candolle die große Veränderlichkeit der Arten, „car ce sont tous les organes et toutes les propriétés physiologiques d'une espèce qui sont susceptibles de dévier".

Die sich vollziehenden Veränderungen gruppiert de Candolle in 4 Variabilitätsstufen.

Am gleichen Individuum können je nach den physikalischen Bedingungen eines Jahres mehr oder weniger bedeutende Abweichungen von der Gestalt eines frühern Jahres entstehen, Variationen der Blattgröße, der Blütenzahl, auch der Blütenfarbe, der Behaarung. Dieselben Abweichungen sind zu gleicher Zeit, d. h. im gleichen Vegetationsjahr, an verschiedenen Individuen der gleichen Art zu beobachten. Die Verschiedenheit der äußern Ursachen, wie der Feuchtigkeit, der Wärme, der Bodenbeschaffenheit etc. in Verbindung mit innern bedingt das Vorhandensein dieser Variationen. Die 2. Stufe der Abänderungen sieht de Candolle in der Bildung der Monstrositäten. Mehr oder weniger bedeutende Abweichungen von der normalen Gestalt, die zur Bildung ganz exzeptioneller Formen führen, zeigen die

monströsen Pflanzen entweder gleich den Variationen nur vorübergehend d. h. während eines Vegetationsjahres, oder es wiederholen sich die Bildungsabweichungen an demselben Individuum während mehrerer aufeinanderfolgender Jahre. Varietäten, die 3. Abänderungsstufe, sind Formen oder physiologische Verbindungen, welche durch vegetative Vermehrung erhalten bleiben, aber sich fast immer bei der Vermehrung durch Samen verlieren, während die 4. Stufe, die Rasse, besondere Zustände der Art darstellt, die sich fast stets von Generation zu Generation erhalten, sowohl bei vegetativer Vermehrung als bei der Fortpflanzung durch Samen.

Mit der Variabilität der Art verbindet de Candolle die Vererbung. „Alle Modifikationen der Individuen können erblich werden. Deshalb können Variationen, Monstrositäten und Varietäten in den Zustand der Rasse übergehen. Ja, sie haben alle eine gewisse Tendenz, es zu werden. Aber sie begegnen in der Natur einer Menge von Hindernissen, die die Entstehung der Rasse unabhängig vom Menschen zu etwas seltenem machen . . . . . Wenn schließlich eine Variation, eine Monstrosität oder eine Varietät durch innere oder äußere Umstände, die verändernd wirken, entstanden ist, dann fehlt diesen Modifikationen der Art die Zeit, die sie zu einer erblichen Form werden ließe".

So bezeichnet denn de Candolle als Bedingungen für die natürliche Entstehung der Rasse: 1) eine Organisation, welche der Vermehrung durch Samen nicht schadet, 2) die Isolierung von allen anders gestalteten Formen der gleichen Art, deren Pollen influieren könnte, 3) die Dauer der Bedingungen, welche eine besondere Form werden ließen, 4) einen langen Zeitabschnitt, welcher dem Gesetze des Atavismus gestattet dahin zu kommen, die Rasse zu befestigen während es ursprünglich ihre Zerstörung bewirkt".

Der Geschicklichkeit der Gärtners gelingt es wohl, diese Bedingungen wenigstens zum Teil so zu kombinieren, dass aus den flexibleren kultivierten Arten Kulturrassen entstehen. Das Prinzip der künstlichen Auslese, welche Punkt 2) zur Voraussetzung hat, wird damit berührt. In der Natur aber wird die Entstehung erblicher Modifikationen wildwachsender Pflanzenarten ein äußerst seltener Vorgang sein, weil das Zusammentreffen der oben genannten Bedingungen der Rassenbildung wohl nur sehr selten beobachtet werden wird, und nicht deshalb, weil keine neuen Formen entstünden, sondern, weil deren Fixierung und Vermehrung sehr schwierig ist.

Wenn also de Candolle auf der einen Seite die Möglichkeit der Entstehung neuer erblicher Formen als Abkömmlingen von gegenwärtig lebenden Arten zugibt, so konstatiert er doch anderseits die geringe Wahrscheinlichkeit ihrer Entstehung ohne Mithilfe des Menschen.

Nun gibt es aber thatsächlich, wie kein Botaniker bezweifelt, auch unter den wildwachsenden Arten wohl ausgeprägte Rassen, die viele Naturforscher geneigt sind als Arten aufzufassen. Für sie ist eine natürliche Entstehung anzunehmen. Für diese „Theorie einer Subdivision der Arten in Rassen, die jetzt für Arten genommeu werden" sprechen nicht nur geologische Thatsachen, sie steht auch mit der Bildungsweise der Rassen im Einklang, für sie sprechen auch die Zweifel, welche unter den Naturforschern bezüglich der Umgrenzung zahlreicher Arten bestehen, wie auch die Definition des Artbegriffes. Es müssen also, wenn man die Rassenbildung als einen gegenwärtig sich abspielenden Vorgang zwar für möglich, aber für sehr wenig wahrscheinlich hält, zugleich aber das Vorhandensein von Rassen zugesteht, denen selbst der Wert von Arten zugesprochen wird, während der der Gegenwart vorangegangenen geologischen Epochen Momente die Rassenbildung begünstigt haben, auf die man gegenwärtig nicht abstellen kann.

Zur erblichen Befestigung der stets entstehenden Abänderung der Arten bedarf es vor allem langer Zeiträume. Diese kann man nun natürlich annehmen, sobald man die Rassen als Produkte früherer Zeiten auffasst. Denn die meisten der jetzt lebenden Arten sind älter als der Mensch. Während so langer Zeiträume konnte auch die „hartnäckigste", stabile Art Variationen oder Monstrositäten erzeugen, die in den Zustand der Rassen übergingen.

Die langen Zeiträume, innerhalb welcher sich die geologischen Erscheinungen abspielten, schufen aber auch die zweite Bedingung, welche die Rassenbildung begünstigt, die Isolierung. Denn Teile von Kontinenten konnten zu Inseln werden, ganze Kontinente zu Archipeln. Zugleich war die Möglichkeit der Bildung einer andern Art der Isolierung vorhanden, die darin bestand, dass extreme Varietäten entstehen konnten, indem die intermediären verschwanden, ein Umstand, auf welchen die Bildung jener Rassen zurückzuführen ist, welche man für Arten hält.

de Candolle lässt aber diese Wirkungen sofort wieder nur in beschränktem Sinne zu. Die Kulturrassen, sagt er, entfernen sich nie so weit von der ursprünglichen Art, dass man sie für neue Gattungen nehmen würde, also kann man auch nicht annehmen, dass die natürliche Rassenbildung neue Gattungen schuf. „Die Subdivision der Arten kann nur nahestehende, sehr nahestehende Arten erzeugen, und es blieb eine unendliche Zahl distinkter, ursprünglicher Typen, die man nicht auf diese Ursache zurückführen kann".

Auch darin sieht de Candolle ein Zeugnis der beschränkten Wirkung, dass sich „die große Mehrzahl analoger Arten heute genähert und bisweilen gehäuft im gleichen Lande findet". Die meisten Arten sind deshalb als das Produkt eines übernatürlichen Schöpfungsaktes aufzufassen.

Dies der de Candolle der vordarwinischen Zeit. Die rückhaltslose Anerkennung der Möglichkeit der natürlichen Entstehung der Arten wird mit einer weitgehenden Beschränkung ihrer Verwirklichung verbunden. Diese ist nicht eine Forderung logischer Konsequenz; aber wir können sie begreifen. Denn einerseits werden die Vorstellungen über die Länge geologischer Zeiträume noch zu ängstlich an die historischen Zeiten angeknüpft, anderseits sah eben de Candolle die die Entstehung von Abänderungen verwischenden Momente in bedeutendem Uebergewicht gegenüber den sie erhaltenden. Welch bedeutender Unterschied zwischen de Candolle's sehr „langen Zeiträumen" und unserer heutigen Vorstellung von diesem Begriffe war, ersehen wir am besten aus folgender zeitlicher Umschreibung des Begriffes. „Un temps très long" umfasst nach ihm „plusieurs siècles antérieurs à l'époque actuelle ou plusieurs milliers d'années" d. h. er dehnt sie so aus, dass unsere Epoche, das Alluvium, eben um ein kleines Stück der unmittelbar vorangehenden, des Diluviums, verlängert erscheint. Hätte de Candolle gewagt jene Dekaden von Jahrtausenden vorauszusetzen, innerhalb welcher wir heute selbst relativ kurze geologische Abschnitte sich abspielen lassen, so würde ihn seine Vorstellung, dass Variationen zu Rassen, Rassen zu Arten werden, wohl auch zu jenem weitern Schritte geführt haben, der in konsequenter Verfolgung der Vorstellung auch die Gattungen hätte werden lassen. Der Widerspruch mit den Beobachtungen über die Veränderlichkeit der Kulturpflanzen ist ja aus doppeltem Grunde nur ein scheinbarer. Wenn durch die Kultur eine bestimmte Bildungsabweichung zu bestimmter Höhe gebracht wurde, damit das Ziel erreicht ist, das der Züchter sich steckte, dann wird eine Steigerung über das erstreckte Maß hinaus geradezu vermieden werden, weil sie den Intentionen des Züchters zuwider wäre. Anderseits ist die zielbewusste Züchtung einer Kulturform auf einen geologisch gedacht so außerordentlich kurzen Zeitraum beschränkt, dass die Steigerung der Bildungsabweichung bis zum Grade einer neuen Gattung im allgemeinen allerdings nicht sehr wahrscheinlich ist. Dazu kommt endlich, dass die Wirkung der historischen Ueberlieferung der Konstanz der Art zumeist noch mächtig genug ist, um den Züchter zögern zu lassen, da, wo ihm der genetische Zusammenhang einer Serie von Formen bekannt ist, die Entstehung einer Gattung selbst dann zuzugestehen, wenn die Differenzen zwischen den Endgliedern der Reihe ebenso bedeutend wären, wie sie zwischen vielen Gattungen wildwachsender Pflanzen sind.

Gleich einer befreienden That wirkte Darwin's „Entstehung der Arten", und es zeugt gewiss nicht nur für den objektiven Sinn de Candolle's, sondern auch für seinen weiten Blick, dass er in den vordersten Reihen seiner frühesten Anhänger zu finden ist.

Im Jahre 1862 veröffentlichte er eine Etude sur l'espèce à l'occa-

sion d'une révision de la famille des Cupulifères, in welcher er durchaus auf dem Boden der modernen Entwicklungstheorie steht. Von neuem betont er hier, wie nicht die Entstehung der Formen die Schwierigkeit der Evolutionstheorie war. „Mais il faudrait prouver que les formes nouvelles, plus ou moins aberrantes, qui naissent fréquemment, se propagent et se conservent de temps en temps, de manière à constituer, au milieu des anciennes formes, de nouvelles formes héréditaires permanentes". Rückhaltslos anerkennt er, dass Darwin's Selektionstheorie diese Schwierigkeit hebt. „M. Darwin, schreibt er in der zitierten Abhandlung, a donc mis le doigt sur le point essentiel de la question, en cherchant une cause par laquelle des variations d'une génération à l'autre se fixeraient nécessairement au lieu de disparaître.." Eine Hauptstütze der Selektionstheorie sieht de Candolle vor allem in dem Vorhandensein rudimentärer Organe, die durch keine andere Theorie erklärt werden.

So fasst er sein Urteil über die Darwin'sche Theorie in folgenden Satz zusammen: „La theorie d'une succession des formes par déviations de formes antérieures est l'hypothèse la plus naturelle, expliquant le mieux les faits connus de paléontologie, de géographie botanique ou zoologique, de structure anatomique et de classification, mais elle manque de preuves directes — jene paläontologischen Entwicklungsserien der Tertiärablagerungen des Felsengebirges waren damals noch nicht bekannt — et si elle est vraie, elle ne peut avoir agi que très-lentement, à ce point que ses effets seraient visibles seulement après des laps de temps beaucoup plus longs que notre époque historique".

Diese wissenschaftliche Stellung de Candolle's verdient um so größere Anerkennung, als die Naturforscher Frankreichs, des Landes, in dem die Wiege eines Lamarck stand, der Entwicklungstheorie gegenüber eine sehr reservierte, zuwartende, zum großen Teil selbst feindliche Haltung einnahmen. 11 Jahre später widmete de Candolle einen größern Abschnitt seines Werkes Histoire des sciences et des savants depuis deux siècles, suivie d'autres études sur des sujets scientifiques, en particulier sur la sélection dans l'espèce humaine, auf dessen interessanten Inhalt wir nun zu sprechen kommen, einer einlässlichen Darstellung der Entwicklungstheorie Darwin's, um ihr die wissenschaftliche Welt französischer Zunge zu gewinnen.

Die Bedeutung dieses eigenartigen Werkes könnte nicht besser in's Licht gestellt werden als durch folgende Worte, die Darwin an de Candolle schrieb. „Ich habe mit dem Lesen ihres neuen Buches zeitiger angefangen, als ich beabsichtigt hatte, und als ich einmal angefangen hatte, konnte ich nicht aufhören. . . . Ich habe kaum jemals irgend etwas originelleres und interessanteres gelesen als ihre Behandlung der Ursachen, welche die Entwicklung wissenschaftlicher Männer veranlassen. Das war mir vollständig neu und äußerst merkwürdig".

Es kann sich für uns nicht um eine Analyse dieses umfangreichen Werkes handeln, das an dieser Stelle hauptsächlich nur zur Illustration der Arbeits- und Denkesweise de Candolle's dienen soll. Dieses Ziel aber dürfte hinlänglich erreicht werden, wenn wir die Vorstellungen de Candolle's über die Vererbung der Eigenschaften des Menschen darlegen. Mit großem Erfolge kommt in diesen Studien wieder die Statistik zur Verwertung.

de Candolle stellt von einer Anzahl von Personen, die er genau kennt, deren Eltern und zum Teil Großeltern gut bekannt sind, in 4 Kategorien geordnet die physischen und psychischen Charaktere zusammen. Die erste Kategorie umfasst die äußern Erscheinungsformen, gleichsam das Signalement der betreffenden Personen, welche sich über Kopfgröße, Statur, Farbe der Haare, der Augen u. s. f. ausspricht. Innere Charaktere, als da sind Kurz- und Weitsichtigkeit, Temperament, Neigung zu Krankheiten bilden die 2. Kategorie. Die 3. Kategorie begreift die instinktiven Anlagen in sich, die Neigungen, wie Neigung zur Arbeit oder Bequemlichkeit, Willensstärke etc., die Gefühle wie Pflichtgefühl, Freigebigkeit oder Geiz, Bescheidenheit, Einfachheit etc. Die 4. Kategorie bilden die intellektuellen Fähigkeiten, wie Gedächtniskraft, Einbildungskraft, Urteilskraft u. s. f. Er gelangt dabei zu folgenden Resultaten.

Zahl der beobachteten Individuen 31.

Kategorie	Zahl der Charaktere	Gemeinsam mit beiden Eltern	%	dem Vater allein	%	der Mutter allein	%	Summe der gemeinsamen Charaktere	%	Bei beiden Eltern fehlende Charaktere	%
I	287	48	17	132	46	86	30	266	93	21	7
II	140	30	21,5	59	42	30	21,5	119	85	21	15
III	410	173	42	120	29,5	82	20	375	91,5	35	8,5
IV	195	74	38	75	38	27	14	176	90	19	10
Total	1032	325	32	386	37	225	22	936	91	96	9
Männliche Individuen 18.											
I	168	28	17	75	44	60	36	163	97	5	3
II	91	22	24	35	38	21	24	78	86	13	14
III	269	121	45	71	26	55	21	247	92	22	8
IV	127	51	40	48	37	18	15	117	92	10	8
Total	655	222	34	229	35	154	23,5	605	92,5	50	7,5
Weibliche Individuen 13.											
I	119	20	16	57	49	26	22	103	87	16	13
II	49	8	16,5	24	49	9	18	41	83,5	8	15,5
III	141	52	37	49	35	27	19	128	91	13	9
IV	68	23	34	27	40	9	13	59	87	9	13
Total	377	103	27	157	42	71	19	331	88	46	12

Es ist nicht ohne Interesse eine Vorstellung, die gegenwärtig wohl allgemein verbreitet sein dürfte und tief wurzelt, in dieser Weise durch Zahlen beleuchtet zu sehen.

Mit diesen Ergebnissen, die uns die Vererbung intellektueller Eigenschaften (Kategorie IV) erkennen lassen, steht die Vererbung bei den Männern der Wissenschaft in Widerspruch, sofern man wenigstens ihre Wirkung darin erwartet, dass sie dem Deszendenten die Fertigkeiten und spezifischen Fähigkeiten für einen bestimmten Wissenszweig übertrage.

Um objektiv den Einfluss der Vererbung feststellen zu können, verfolgt de Candolle zwei Methoden. Die eine besteht darin, Gruppen von bekannten Männern der Wissenschaft zu betrachten, die andere darin, die hervorragenden distinktiven Charaktere einiger Gelehrter zu prüfen und ihrem Ursprunge nachzugehn.

Die erste Methode führte de Candolle zu der Erkenntnis, dass die Vererbung nur einen verhältnismäßig geringen Einfluss auf die besondere wissenschaftliche Bedeutung des Deszendenten eines wissenschaftlich hochstehenden Vaters hatte, dass vielmehr die Einflüsse der Erziehung und des Beispiels hauptsächlich den Deszendenten auch wissenschaftlich bedeutend werden ließen. Für die mathematische Wissenschaft glaubt er eine Ausnahme machen zu müssen. Der Einfluss der Vererbung besteht hauptsächlich in der Uebertragung der in den Wissenschaften nützlichen Empfindungen und Fähigkeiten und viel weniger in einer Vererbung höherer Geschicklichkeiten für die oder jene Wissenschaft.

Die zweite Methode, die psychische Analyse einzelner Gelehrter ergab im Prinzip das gleiche Resultat. Die Vererbung gibt den Männern der Wissenschaft nicht spezielle und außerordentliche Fähigkeiten, sondern eine gewisse Summe moralischer und intellektueller Eigenschaften, die je nach den Umständen und dem Willen jedes Individuums zum Studium der Wissenschaften wie anderer ernster Dinge befähigen.

Dem Lebensbild des großen Gelehrten würde ein wichtiges Moment fehlen, wenn der bedeutende Einfluss de Candolle's auf dem Gebiete der Nomenklaturfrage nicht erwähnt würde. Eine Reihe seiner Schriften sind dieser Frage gewidmet, und seinem Einfluss ist eine gewisse Regelung der Namengebung durch den internationalen botanischen Kongress, der im Jahre 1867 in Paris tagte, zu verdanken.

Wenn in den voranstehenden Seiten all die großen Eigenschaften de Candolle's, in ihrer Mehrheit die Repetition der Ergebnisse der psychischen Analyse jener 4 großen Naturforscher, an denen er die Wirkung der Vererbung einlässlich studierte, mehr nur angedeutet als detailliert ausgeführt wurden, so zeigt doch schon die Skizze die ganze Größe des Mannes, dessen Name in der Nachwelt fortleben wird, so lange der menschliche Geist die Erkenntnis der Natur zu mehren bemüht ist.

Ueber Periodizität und Vermehrung der Planktonwesen.

Von Dr. **Otto Zacharias** (Plön).

In der kürzlich erschienenen Festschrift für August Weismann[1]) hat Apstein (Kiel) die Planktonproduktion verschiedener holsteinischer Seen besprochen, wozu ich im Nachstehenden einige Bemerkungen rein sachlicher Natur machen möchte. Gleichzeitig werde ich auch die Mitteilungen jenes Aufsatzes nach verschiedenen Richtungen hin ergänzen. Namentlich soll dies in Betreff des Gr. Plöner Sees geschehen, dessen Plankton in der hiesigen Station ein volles Jahr lang 1892/93) kontinuirlich von mir beobachtet worden ist. Dadurch bin ich in den Stand gesetzt, mehrere Lücken auszufüllen, die sich in den Apstein'schen Angaben vorfinden. Letztere gründen sich, wie der Autor berichtet, auf die Ergebnisse von 17 Exkursionen, welche sich auf den Zeitraum vom Mai (8.) 1892 bis Juli (2.) 1893 verteilen.

Apstein's Arbeit wurde am 10. Oktober 1893 im Manuskript abgeschlossen. Meine eigenen Periodizitätstabellen für den Gr. Plöner See sind am 25. Oktober 1893 fertiggestellt und im Laufe des Januar 1894 publiziert worden[2]). Es liegen somit zwei völlig von einander unabhängige Reihen von Aufzeichnungen bezüglich desselben Wasserbeckens vor, die eben darum einen sehr objektiven Ueberblick ermöglichen. Leider bricht Apstein's Tabelle zu Beginn des Julimonats ab, sodass ein vollständiger Vergleich nicht durchzuführen ist; immerhin aber zeigen die beiderseitigen Angaben für die Zeit vom November 1892 bis Juli 1893 — wo dieselben einander parallel gehen — einen solchen Grad von Uebereinstimmung, dass die thatsächlich vorhanden gewesenen Periodizitätsverhältnisse dadurch annähernd richtig zur Feststellung kommen dürften.

Ein besonderes Interesse bieten diejenigen Fälle bei der Vergleichung dar, wo Apstein das Vorkommen einer Species registriert hat, während ich dieselbe zur nämlichen Jahreszeit in den von mir durchmusterten Fängen nicht zu Gesicht bekam. Es liegt offenbar am nächsten, die Erklärung hierfür in der jeweiligen geringen Individuenzahl der fraglichen Species zu suchen, und dies trifft hinsichtlich der bekannten planktonischen Dinoflagellaten-Art *Ceratium hirundinella* sehr genau zu. Ich sah das erste Exemplar dieser auffälligen Peridineen-Gattung erst am 20. März 1893. Apstein hingegen konstatierte „vereinzelte" Ceratien schon im Januar. Einige Wochen später begegneten ihm sogar bereits Teilungsstadien neben Cysten. Nun ergibt aber ein Blick auf das von Apstein mitgeteilte Zählprotokoll

1) Berichte der Naturf. Gesellsch. zu Freiburg i. Br., 1894, 8. Bd., S. 70—78.

2) Vergl. Forschungsberichte aus der Biolog. Station zu Plön, II. Teil, 1894. Mit 2 Tafeln. R. Friedländer & Sohn, Berlin.

vom 5. Februar 1893, dass diese Dinoflagellaten sehr spärlich in dem damals gemachten Fange vertreten sind, und daraus erklärt es sich hinlänglich, dass bei solcher Sachlage das Nichtauffischen einiger Ceratien beinahe ebenso wahrscheinlich ist, als der umgekehrte Fall ihrer Erbeutung, welchen Apstein zu verzeichnen in der Lage war.

Auf dieselbe Weise wird das Fehlen von *Codonella lacustris* (für November 1892 und Februar 1893) in meiner Tabelle begreiflich), denn zu den angegebenen Zeiten war jene Tintinnenspecies (laut Apstein's Zählungen) ebenfalls wenig zahlreich. Dagegen scheint es schwer erklärlich, wie ich im Juni 1893 (wo die zehnfach größere Anzahl derselben Infusorien von Apstein in einem damals gemachten Fange festgestellt wurde) diese leicht erkennbaren Mitglieder der limnetischen Tiergesellschaft hätte übersehen können — wenn sie überhaupt in meinem Untersuchungsmaterial vorhanden gewesen wäre. Ich vermute deshalb, dass *Codonella* sich gelegentlich ebenso wie verschiedene andere Planktonwesen zu dichteren Schaaren vereinigt, was hier vielleicht mit dem Bedürfnisse der Konjugation zusammenhängen mag. Dann würde es sich aber auch erklären, dass zwei gleich aufmerksame Beobachter völlig verschiedene Chancen haben können, das nämliche Objekt in der benötigten Anzahl zu erbeuten. Ja, es würde unter solchen Umständen auch der oben erwähnte Fall zu verstehen sein, dass ein vollständiger Fehlfang hinsichtlich einzelner Arten vorkommen kann.

Wäre dies nicht in den natürlichen Verteilungsverhältnissen des Plankton selbst begründet, wie ich anderwärts gezeigt habe [1]), so würde es mehr als unbegreiflich sein, dass ich die auffallend schöne Acinete *Staurophrya elegans* Zach. in den Februarfängen des vorigen Jahres gänzlich übersehen haben sollte, zumal da Apstein ein Maximum bezüglich derselben für die eben genannten Monate registriert. Eine solche Verschiedenheit in den Beobachtungsresultaten kann nicht auf bloßem Zufall beruhen, sondern sie muss eine objektive Ursache haben, wenn sie verständlich werden soll.

In dieser Voraussetzung werden wir noch mehr bestärkt, wenn sich ergibt, dass bald der eine, bald der andere von uns zwei Beobachtern derjenige ist, der eine zur Zeit häufig vorhandene Species nicht registriert hat. So hat z. B. Apstein *Codonella lacustris* für den Juli (1893) nicht verzeichnet, wogegen ich diese Tintinne jenen ganzen Monat hindurch beobachtete. Desgleichen konstatierte ich (vgl. meine Tabellen) *Dinobryon sertularia* (*divergens*) für die beiden letzten Dekaden des März, ohne dass Apstein zur nämlichen Zeit in der Lage war, die nämliche Wahrnehmung zu machen. Nicht minder fischte ich *Staurophrya elegans* ziemlich häufig gegen Ende März (1893),

1) Vergl. Biolog. Centralblatt, 1894, XIV, Nr. 3, S. 122 ff.

welches Vorkommen der Kieler Beobachter seinerseits nicht meldet. Das limnetische Rädertier *Conochilus volvox* sah ich in meinen Präparaten vom November (1892), sowie in denen vom Januar, Februar und März (1893) zahlreich. Apstein hingegen scheint es in dieser Zeit nicht angetroffen zu haben. Ebenso muss es sich (seiner Tabelle nach) mit *Anuraea longispina* verhalten haben. Ja sogar die wegen ihrer Größe schwer zu übersehende *Leptodora hyalina*, die Königin der planktonischen Crusterwelt, welche ich in der ersten Julihälfte (1893) immer zahlreich vorgefunden habe, ist in dem Apstein'schen Fange vom 2. Juli (1893) nicht vertreten gewesen.

Ich halte, wie schon bemerkt, diese Summe von Fehlfängen auf meiner sowohl wie auf Apstein's Seite für zu groß, um sie als das Ergebnis einer bloß zufälligen Konstellation der faunistischen Verhältnisse betrachten zu können, die zu den betreffenden Zeitpunkten im Plöner See herrschend waren. Lässt man den Zufall eine so weitgehende Rolle spielen, so erscheint es konsequent, auch die zahlreichen, frappanten Uebereinstimmungen, welche zwischen meinen und Apstein's Tabellen stattfinden, auf dessen Conto zu setzen — womit aber freilich jede Möglichkeit zur Durchführung von vergleichenden Untersuchungen auf dem Gebiete der Planktologie abgeschnitten wäre.

Ich komme nach Erwägung der Ergebnisse, welche in den vorliegenden Tabellen verzeichnet sind, zu der Ansicht, dass wir angesichts derselben die Zufälligkeit, wie sie oben charakterisiert wurde, nur in einem sehr beschränkten Maße gelten lassen können. Soviel ich sehe, lassen sich vielmehr folgende Thesen auf Grund des Gefundenen und nicht Gefundenen aufstellen:

1) Was in einem See zu einer bestimmten Zeit an Gattungen und Arten reichlich vorhanden ist, ergibt sich aus den übereinstimmenden positiven Angaben der Listen verschiedener Beobachter.
2) Was in einem See nur spärlich oder überhaupt nicht mehr vorkommt, gelangt in den übereinstimmenden negativen Befunden zum Ausdruck. Diese Schlussfolgerung hat namentlich dann besondere Kraft, wenn die negativen Ergebnisse beider Listen einander wochen- und monatelang entsprechen.
3) Wenn die eine Liste zur nämlichen Zeit einen positiven Befund eingetragen zeigt, welcher auf der andern vollständig fehlt, so spricht das zu Gunsten einer ungleichförmigen Verteilung des Plankton im Wasser, zumal wenn dem negativen Befunde der einen Liste ein maximaler (oder wenigstens zahlreicher) auf der anderen gegenübersteht.

Apstein's Liste für 1892—93 geht leider nur vom November bis Juli mit der meinigen parallel. Außerdem fehlen darin die Monate Dezember und Mai, sodass nur die Fänge von 7 aufeinanderfolgenden

Monaten zum Vergleich vorliegen. Immerhin ist dies aber viel besser als nichts, weil überhaupt niemals vorher dergleichen kontinuierliche Untersuchungen an einem und demselben Wasserbecken vorgenommen worden sind. Die Gegenüberstellung von meinen und Apstein's Ergebnissen ermöglicht zum ersten Male einen Einblick in die Periodizitätsverhältnisse einer Anzahl von planktonischen Organismen tierischer und pflanzlicher Natur, und darum nehme ich keinen Anstand, die Behauptung auszusprechen, dass diese Listen in Verbindung mit einander als sehr wichtige und grundlegende Dokumente für eine ganze Reihe von biologischen Fragen, welche das Plankton betreffen, betrachtet werden müssen.

Bezüglich der von mir zusammengestellten Tabellen bemerke ich, dass dieselben insofern eine besonders klare Einsicht in den wechselnden Bestand der verschiedenen Species gestatten, als ich jeden einzelnen Monat in 3 Dekaden geteilt und für jeden dieser zehntägigen Zeiträume die beobachtete Häufigkeit oder Seltenheit einer Art, sowie deren zeitweiliges Verschwinden registriert habe. Die Dekaden-Einteilung halte ich bei allen derartigen Tabellen für absolut notwendig, weil die fortgesetzte Beobachtung der limnetischen Organismen lehrt, dass oft schon 8—10 Tage hinreichend sind, eine zahlreich vorkömmliche Species stark zu vermindern, oder eine nicht sehr häufig auftretende bis zur Maximalentfaltung ihrer Anzahl zu steigern. Hierfür bieten meine Aufzeichnungen, welche sich auf 55 Formen erstrecken, vielfache Belege.

Die Schnelligkeit der Vermehrung ist bei manchen Planktonwesen wahrhaft staunenswert und vollzieht sich noch weit innerhalb der Grenzen einer Dekade. Namentlich lässt sich das bei Diatomeen beobachten. Ich konstatierte am 23. Mai 1893 nur einige wenige Exemplare von *Synedra tenuissima* in den Fängen, sah aber von da an diese Species binnen 4 Tagen in einer solchen Progression zunehmen, dass sie am 28. Mai zu den häufigsten Erscheinungen in meinen Präparaten gehörte. Deshalb betonte ich schon oben, dass die Einteilung der Monatskolumnen in Dekaden durch die thatsächlich vorhandene riesige Vermehrungsfähigkeit mancher Planktonformen bei Herstellung von Tabellen angezeigt erscheint. Aus diesem Grunde dürfte mein Vorschlag wohl auch überall da Berücksichtigung finden, wo es sich um die Darstellung kontinuirlicher Beobachtungsresultate in Tabellenform handelt. —

Was schließlich noch die von Apstein befürwortete Einteilung der holsteinischen Seen in Chroococcaceen- und Dinobryonseen anlangt, so lässt sich dieselbe schwerlich am Großen Plöner See rechtfertigen. Apstein zählt letzteren zu denjenigen, welche vorwiegend eine reiche *Dinobryon*-Fülle entwickeln, während die andern durch eine besonders üppige Vegetation von *Clathrocystis*

aeruginosa ausgezeichnet sind. Indessen ist in der zweiten Hälfte des Mai (und ebenfalls im August) das Plankton des Gr. Plöner Sees nicht minder überreich an den rotierenden Flagellatenkolonien von *Uroglena volvox*, und etwas später pflegen die Strahlenkugeln der limnetischen Alge *Gloiotrichia echinulata* in solchen Mengen aufzutreten, dass sie die Hauptmasse aller Fänge bilden. Demnach könnte man den Gr. Plöner See mit demselben Rechte einen *Uroglena*-See, resp. einen Nostocaceen-See nennen, je nach dem Zeitpunkte, welchen wir für die Klassifikation wählen. Ein derartiger Schematismus erscheint mir nicht hinlänglich begründet. Ein Planktolog, der am 17. Juli 1892 den Kellersee (zwischen Plön und Eutin) abgefischt hätte, würde fast ausschließlich *Asterionella gracillima* in Gestalt großer Mengen eines gelben Schleimes ins Netz bekommen haben. Wäre diese Erscheinung alljährlich um dieselbe Zeit wiederkehrend, so würde man jenen See als den Typus eines Diatomeensees hinstellen können und dergleichen mehr.

Indessen soll das nur eine ganz gelegentliche Bemerkung sein, die ich unterdrückt haben würde, wenn jenes Prinzip der Seeneinteilung durch den Litteraturbericht des „Zool. Anzeigers" (vergl. Nr. 439 desselben) nicht schon zu allgemeinerer Kenntnis gebracht worden wäre.

Biolog. Station zu Plön, 12. Februar 1894.

Die Unzulänglichkeit der „natürlichen Zuchtwahl".

Von **Herbert Spencer.**

Nachschrift[1]).

Außer den kürzlich von mir besprochenen spezielleren Theorien des Herrn Prof. Weismann, deren weitgehende Aufnahme von Seiten der biologischen Welt mich höchlichst überrascht, gibt es auch gewisse, allgemeiner gehaltene Theorien — Fundamentaltheorien — von ihm, deren Annahme mich noch mehr in Erstaunen setzt. Von den beiden, auf denen der breite Unterbau seiner Spekulationen beruht, betrifft die erste den Unterschied zwischen den reproduktiven Elementen eines jeden Organismus und den nichtreproduktiven Elementen. Er sagt:

Aber gehen wir weiter! — Da die vielzelligen Tiere und Pflanzen aus den einzelligen hervorgegangen sein müssen, so fragt es sich nun, wie denn diesen die Anlage zu ewiger Dauer abhanden gekommen ist?

Dies hängt nun wohl mit der Arbeitsteilung zusammen, die zwischen den Zellen der vielzelligen Organismen eintrat und dieselben von Stufe zu Stufe zu immer komplizierterer Gestaltung hinleitete.

1) Diese „Nachschrift" konnte wegen Raummangel nicht mehr in den vorigen Band aufgenommen werden. Sie folgt hier mit einigen Abänderungen und Zusätzen des Herrn Verfassers.

Mögen auch vielleicht die ersten vielzelligen Organismen Klümpchen gleichartiger Zellen gewesen sein, so muss sich doch bald eine Ungleichartigkeit unter ihnen ausgebildet haben. Schon allein durch ihre Lage werden einige Zellen geeigneter gewesen sein, die Ernährung der Kolonie zu besorgen, andere die Fortpflanzung zu übernehmen.

Hier haben wir also das große Prinzip der Arbeitsteilung, welche das Prinzip jeder Organisation ist, zum ersten Mal illustriert durch die Teilung zwischen den reproduktiven und den nichtreproduktiven oder somatischen Zellen — den Zellen, welche für die Fortdauer der Species bestimmt sind und den Zellen, welche das Leben des Individuums unterhalten. Die Annahme dieser frühen Trennung der reproduktiven von den somatischen Zellen wird dadurch begründet, dass diese erste Arbeitsteilung diejenige ist, welche zwischen den Elementen stattfindet, die einerseits zur Fortdauer der Species, anderseits fürs Einzelleben bestimmt sind. Wir wollen dieser Behauptung gegenüber die Thatsachen ins Auge fassen.

Als Milne-Edwards zuerst den Ausdruck „physiologische Arbeitsteilung" gebrauchte, war es sichtlich die Analogie zwischen der sozialen Arbeitsteilung, wie sie die Nationalökonomen beschreiben, und der Arbeitsteilung in einem Organismus, die ihn dazu veranlasste. Jedermann ist vertraut mit der ersteren, wie sie auf den frühen Stufen der Gesellschaft vorkommt, als die Männer Krieger waren, während der Ackerbau und die schwere Arbeit von Sklaven und Frauen ausgeführt wurde; und wie sie sich in späteren Stadien darstellt, wo nicht nur Ackerbau und Handarbeit von verschiedenen Klassen betrieben werden, sondern der Ackerbau wiederum von Grundbesitzern, Pächtern nnd Arbeitern betrieben wird, während die Handarbeit in ihren zahlreichen Arten die Thätigkeit von Kapitalisten, Aufsehern, Arbeitern etc. erfordert, und die große Funktion der Verteilung durch den Engros- und Detailhandel in den verschiedenen Waaren vor sich geht. Inzwischen haben die Biologen, durch Milne-Edwards' Bezeichnung verführt, geglaubt eine gleiche Anordnung in einem lebenden Wesen zu erkennen; dieselbe zeigt sich erstens in den äußeren Teilen, die der allgemeinen Thätigkeit der Nahrungsaufnahme und der Verteidigung gewidmet sind, während die innern Teile der Nutzbarmachung der Nahrung und ihrer eigenen Erhaltung und der der äußern Teile gewidmet sind; und zweitens zeigt sie sich in der Teilung dieser großen Funktionen in diejenigen der verschiedenen Glieder und Sinnesorgane einerseits und anderseits in die der Atmungs-, Verdauungs-, Zirkulations-, Absonderungsorgane und anderer. Aber fragen wir nun, was der Grundzug dieser Arbeitsteilung ist. In beiden Fällen ist es ein „Austausch von Dienstleistungen" — eine Einrichtung welche darin besteht, dass jeder Teil sich einer bestimmten Thätigkeit widmet, die allen andern Vorteil bringt und alle andern, verbunden und getrennt, ihre speziellen Thätig-

keiten ausüben, die wieder dem einzelnen Vorteil bringen. Anders ausgedrückt ist es ein System gegenseitiger Abhängigkeit; *A* hängt für sein Wohlbefinden von *B*, *C* und *D* ab; *B* von *A*, *C* und *D*; und so alle andern: alle sind abhängig von Jedem und Jeder von Allen. Nun wollen wir diese richtige Vorstellung der Arbeitsteilung auf das anwenden, was Prof. Weismann Arbeitsteilung nennt.

Wo ist der „Austausch von Dienstleistungen" zwischen somatischen und reproduktiven Zellen? Es gibt keinen. Die somatischen Zellen leisten den reproduktiven Zellen große Dienste, indem sie ihnen Material zum Wachstum und zur Vermehrung liefern; aber die reproduktiven Zellen leisten den somatischen nicht die geringsten Dienste. Wenn wir nach der gegenseitigen Abhängigkeit suchen, suchen wir umsonst. Wir finden vollständige Abhängigkeit von der einen Seite und keine von der andern. Zwischen den Teilen, die dem individuellen Leben gewidmet sind, und dem Teil, der der Fortdauer der Species gewidmet ist, ist keine Spur von Arbeitsteilung. Das Individuum arbeitet für die Species; aber die Species arbeitet nicht fürs Individuum. Weder in dem Stadium, wenn die Species durch Reproduktionszellen dargestellt ist, noch wenn sie durch Eier, noch wenn sie im Stadium von Jungen dargestellt wird, immer thut der Elter Alles für die Species und die Species nichts für den Elter. Der hauptsächliche Teil der Vorstellung ging verloren; da ist kein Geben und Nehmen, kein Austausch, keine Gegenseitigkeit.

Aber nehmen wir an, wir gingen über diese trügerische Erklärung hinweg und gestehen wir Prof. Weismann seine grundlegende Voraussetzung und seine grundlegenden Folgerungen zu. Nehmen wir an, dass, weil die ursprüngliche Arbeitsteilung diejenige zwischen somatischen und reproduktiven Zellen ist, diese zwei Gruppen die ersten sind, die differenziert werden. Nachdem wir diese Schlussfolgerung für erwiesen angenommen haben, wollen wir sie mit den Thatsachen vergleichen. Da die behauptete ursprüngliche Arbeitsteilung universell ist, so müsste auch die behauptete ursprüngliche Differenzierung universell sein. Sehen wir, ob sich dies so verhält. Schon an der oben von mir zitierten Stelle wird ein Riss in der Lehre zugegeben: es wird darin gesagt, dass „diese Differenzierung anfänglich nicht eine vollkommene war und in der That es auch jetzt nicht immer ist". Und dann finden wir an einer andern Stelle, dass der Riss zu einer Kluft geworden ist. Von den reproduktiven Zellen heißt es: „bei den Wirbeltieren geschieht diese Abspaltung erst, nachdem der Embryo in seiner ganzen Form bereits angelegt ist". Das will sagen, dass in diesem großen und wichtigsten Teil des Tierreichs das aus den Folgerungen hervorgegangene Universalgesetz nicht stichhält. Noch viel mehr wird zugestanden. Weiter unten, auf der folgenden Seite, lesen wir: „Es wäre deshalb ganz wohl denkbar, dass die Keimzellen sich noch viel

später erst von den Körperzellen trennten als in den eben angedeuteten Beispielen, und ich glaube in der That Fälle zu kennen, in denen diese Trennung nicht nur bis nach der völligen Ausbildung des dem Keim entstammenden Tieres verschoben ist, sondern sogar noch einige Generationen weiter bis in die Knospensprösslinge jenes ersten Individuums".

Also ist auch in andern großen Abteilungen des Tierreichs das Gesetz durchbrochen; so unter den Cölenteraten bei den Hydrozoen, unter den Mollusken bei den Ascidien und unter den Anneloiden bei den Trematoden.

Selbst im gewöhnlichen Leben erwartet man von Demjenigen, dessen Voraussetzung durch die Beobachtung widerlegt wird, dass er bedenklich wird, obgleich es leider häufig nicht geschieht. Aber in der wissenschaftlichen Welt wird Jedermann, der seine Hypothese im Widerspruch mit einer großen Reihe von Beweisstücken findet, von nun an dieselbe preisgeben. Das thut Prof. Weismann nicht. Wenn er auch nicht mit dem spekulierenden Franzosen sagt „tant pis pour les faits", so sagt er in Wirklichkeit etwas Aehnliches: „Tragen Sie Ihre Hypothese vor; vergleichen Sie sie mit den Thatsachen; und wenn die Thatsachen nicht mit ihr übereinstimmen, dann nehmen Sie wahrscheinliche Uebereinstimmung an, wo Sie keine wirkliche sehen". Denn auf die Art macht er es. Nachdem er das oben Angeführte eingeräumt hat inbezug auf die Vertebraten, folgen gewisse Sätze, die ich in Petitschrift anführe:

Da nun — wie ihre Entwicklung beweist — ein tiefer Gegensatz besteht zwischen der Substanz oder dem Plasma der unsterblichen Keimzellen und der vergänglichen Körperzellen, so werden wir diese Thatsachen nicht anders auslegen können, als dahin, dass in der Keimzelle beiderlei Plasma-Arten potentia enthalten sind, die sich nun nach dem Eintritt der embryonalen Entwicklung früher oder später in Form gesonderter Zellen von einander trennen.

Und etwas weiter unten begegnen wir folgenden Zeilen:

Es wäre deshalb ganz wohl denkbar, dass die Keimzellen sich noch viel später erst von den Körperzellen trennten, als in den eben angedeuteten Beispielen.

Das will sagen, dass es „ganz begreiflich ist", dass, nachdem geschlechtslose Cercarien Generationen hindurch sich durch innere Knospung vermehrt haben, die „zwei Arten von Substanz" ungeachtet unzähliger Zellteilungen ihre respektiven Eigenschaften bewahrt haben und sich schließlich in der Weise trennen, dass sie reproduktive Zellen erzeugen. Hier nimmt Prof. Weismann nicht, wie in einem früheren Fall, an, dass „es leicht sei sich vorzustellen", sondern er nimmt etwas an, was sehr schwer ist sich vorzustellen; und er glaubt augenscheinlich, dass ein wissenschaftlicher Schluss mit Sicherheit darauf gegründet werden könne.

Aber zu welchem Zweck verlangt man von uns, eine willkürliche „Voraussetzung" zu machen, etwas Sonderbares, weil es „ganz begreiflich ist", für wahr zu halten und unsere Einbildungskraft anzustrengen, ohne die leichteste Stütze von Beweis? Einfach um Prof. Weismann's Hypothese zu retten — sie gegen eine große Menge entgegengesetzter Thatsachen in Schutz zu nehmen. Wenn wir es als wahr erkannt haben, dass das, was er als ursprüngliche Arbeitsteilung ansieht, überhaupt keine Arbeitsteilung ist — wenn wir sehen, dass die Schlussfolgerung, die er inbezug auf die von ihm vorausgesetzte ursprüngliche Differenzierung der reproduktiven und der somatischen Zellen macht, ohne Berechtigung ist; so haben wir keine Ursache, Unbehagen darüber zu empfinden, dass sein deduktiver Schluss induktiv widerlegt wird. Wir sind nicht traurig darüber, dass durch ganze große Gruppen von Organismen sich keine solche Antithese findet, wie sie seine Theorie erfordert. Und wir haben nicht nötig, unsern Gedanken Gewalt anzuthun, um den Widerspruch wegzudisputieren.

In Verbindung mit der Behauptung, dass die ursprüngliche Arbeitsteilung zwischen den somatischen und den reproduktiven Zellen stattfindet, und in Verbindung mit der Folgerung, dass die ursprüngliche Differenzierung zwischen diesen stattfindet, steht eine andere Folgerung. Es wird behauptet, dass ein fundamentaler Unterschied in der Natur dieser beiden Klassen von Zellen bestehe. Sie werden als sterbliche und unsterbliche bezeichnet, in dem Sinn, dass diejenigen der einen Klasse in ihrer Vermehrungsfähigkeit begrenzt sind, während diejenigen der andern Klasse unbegrenzt sind. Und es wird behauptet, dass dies von der ihnen innewohnenden Ungleichheit der Natur komme.

Bevor wir die Richtigkeit dieser Behauptung untersuchen, möchte ich erst eine vorausgehende Behauptung von Prof. Weismann besprechen. Inbezug auf die Hypothese, dass der Tod „von Ursachen abhänge, die in der Natur des Lebens selbst" liegen, sagt er:

> Ich glaube nun allerdings nicht an die Richtigkeit dieser Vorstellung; ich halte den Tod in letzter Instanz für eine Anpassungserscheinung. Ich glaube nicht, dass das Leben deshalb auf ein bestimmtes Maß der Dauer gesetzt ist, weil es seiner Natur nach nicht unbegrenzt sein könnte, sondern weil eine unbegrenzte Dauer des Individuums ein ganz unzweckmäßiger Luxus wäre.

Dieser letzte Satz hat einen teleologischen Klang, der aus dem Munde eines Theologen begreiflich wäre, aber bei einem Mann der Wissenschaft sonderbar erscheint. Doch indem ich voraussetze, dass es nicht so gemeint war, muss ich bemerken, dass Prof. Weismann ein universelles Gesetz der Entwicklung — und nicht allein der organischen, sondern auch der unorganischen und überorganischen — übersehen hat, das die Notwendigkeit des Todes in sich schließt. Die Veränderungen eines jeden Aggregats, gleichgiltig welcher Art, endigen unausbleiblich in einem Gleichgewichtszustand. Sonnen und Planeten

sterben so gut wie Organismen. Der Vorgang der Integration, welcher der Grundzug jeder Entwicklung ist, hält so lange an, bis ein Zustand eingetreten ist, der alle ferneren Veränderungen ausschließt, seien es molare oder molekulare, ein Gleichgewichtszustand zwischen den Kräften des Aggregats und den ihm entgegengesetzten Kräften[1]). Insoweit also als Prof. Weismann's Schlussfolgerungen die Notwendigkeit des Todes voraussetzen, können sie nicht aufrecht erhalten werden.

Aber jetzt lassen Sie uns den obenbeschriebenen Gegensatz zwischen den unsterblichen Protozoen und den sterblichen Metazoen betrachten. Ein Hauptteil der Theorie ist, dass die Protozoen unbegrenzt fortfahren können sich zu teilen und wieder zu teilen, so lange als die geeigneten äußern Bedingungen anhalten. Aber wo ist der Beweis hierfür? Selbst nach Prof. Weismann's eigener Einräumung gibt es keinen Beweis. Weismann sagt:

Zu der Vorstellung von der „Verjüngung“ könnte ich mich nur dann entschließen, wenn nachgewiesen würde, dass in der That eine Vermehrung durch Teilung — nicht etwa bloß unter bestimmten Bedingungen — ins Unbegrenzte fortgehen könne. Das kann aber nicht nachgewiesen werden, ebensowenig als das Gegenteil. Soweit also ist der Boden des Thatsächlichen auf beiden Seiten gleich unsicher.

Aber dies ist eine Einräumung, die, wie es scheint, ganz unbeachtet bleibt, wenn der Gegensatz zwischen den unsterblichen Protozoen und den sterblichen Metazoen vorgebracht wird. Gemäß Prof. Weismann's Methode würde man „sich leicht vorstellen können“, dass gelegentliche Konjugation in allen Fällen nötig ist; und diese leicht denkbare Folgerung kann dazu benutzt werden, seine eigene einzuschränken. In der That, wenn man bedenkt, wie häufig Konjugation beobachtet wurde, so muss es schwer sein sich vorzustellen, dass sie in irgend einem Falle entbehrt werden könne. Abgesehen von irgend welchen Vorstellungen aber, haben wir hier das Geständnis, dass die Unsterblichkeit der Protozoen nicht bewiesen ist; dass die Behauptung keine andere Basis hat, als dass es nicht gelungen ist das Aufhören der Teilung zu beobachten; und dass also ein Glied der obenerwähnten Antithese keine Thatsache ist, sondern nur eine Annahme.

Und wie steht es nun um das andere Glied der Antithese — die behauptete den somatischen Zellen innewohnende Sterblichkeit? Dieses werden wir, glaube ich, nicht haltbarer finden als das andere. Der Schein der Wahrheit, der ihm anhaftet, verschwindet, wenn wir statt der großen Anzahl bekannter Fälle, wie sie die Tiere darstellen, gewisse weniger bekannte und unbekannte Fälle betrachten. Aus diesen ersehen wir, dass das gewöhnliche Aufhören der Vermehrung bei den somatischen Zellen nicht aus einer innern, sondern von äußern Ursachen herrührt. Lassen Sie uns aber zunächst Prof. Weismann's eigene Angaben betrachten:

1) Siehe First Principles, part. II, chap. XXII. „Equilibration“.

Ich habe versucht, den Tod auf eine beschränkte Vermehrungsfähigkeit der somatischen Zellen zurückzuführen und davon gesprochen, dass dieselbe auf eine bestimmte Anzahl von Generationen normiert zu denken sei für jedes Organ und für jedes Gewebe des Körpers.

Nur eine Konsequenz aber von dieser Anschauung ist es, wenn man auch das Ende der in den Geweben residierenden Fortpflanzungstendenzen wesentlich auf innere Gründe bezieht, wenn man in dem normalen Tod des Organismus das von vornherein normierte, weil anererbte Ende des Zellteilungsprozesses sieht, dessen Anfang die Furchung gewesen ist.

Obwohl nun in den vorstehenden Auszügen Erwähnung geschieht von „innern Ursachen", die den Grad der reproduktiven Thätigkeit der Gewebszellen bestimmen, und obwohl auf S. 28 die „Ursachen des Verlustes" der Fähigkeit unbegrenzter Zellproduktion außerhalb des Organismus gesucht werden müssen, das will sagen in den „äußern Lebensbedingungen", so bleibt doch die Lehre bestehen, dass die somatischen Zellen durch ihre Beschaffenheit nicht geeignet sind für fortgesetzte Zellvermehrung.

Den Propagationszellen konnte die Fähigkeit unbegrenzter Vermehrung nicht verloren gehen, andernfalls würde ein Erlöschen der betreffenden Art eingetreten sein; dass sie aber den somatischen Zellen mehr und mehr entzogen wurde, dass sie schließlich auf eine bestimmte, wenn auch sehr große Zahl von Zellengenerationen beschränkt wurde.

Die Untersuchung wird bald genügende Gründe dafür enthüllen, warum diese innewohnende Einschränkung geleugnet werden muss. Wir wollen die verschiedenen Ursachen betrachten, welche die Vermehrung der Zellen beeinflussen und gewöhnlich dieselbe zum Stillstand bringen, wenn ein gewisser Punkt erreicht ist.

Da ist zunächst ein gewisser Betrag an Lebenskapital vom Elter überkommen, teils in Form einer mehr oder weniger entwickelten Struktur und teils in Form von vermachter Nahrung. Wo dieses Lebenskapital klein ist und das junge Geschöpf sogleich darauf angewiesen ist, die physiologische Thätigkeit für sich auszuüben, und Kraft aufwenden muss, um nicht allein Material für den täglichen Gebrauch, sondern auch für das Wachstum zu beschaffen, da ist die Zellvermehrung, die zur Erreichung einer bedeutenden Größe nötig wäre, sehr beschränkt. Es ist klar, dass der junge Elephant, der mit starkem und gutorganisiertem Körper sein Leben beginnt und „gratis" mit Milch versehen wird, in den frühen Stadien seines Wachstums seine physiologische Thätigkeit auf eigene Rechnung in großem Maßstab beginnen kann; und durch seine großen Unternehmungen vermag sein Körper seinen sich vermehrenden somatischen Zellen Nahrung zuzuführen, bis sie zu einem mächtigen Zellaggregat angewachsnn sind, — einem Aggregat, das eine junge Maus unmöglich erreichen kann, da sie ihre physiologische Thätigkeit in bescheidenem Umfang beginnen muss. Dann kommt die Beschaffenheit der Nahrung inbezug auf ihre Verdaulich-

keit und Nahrhaftigkeit inbetracht. Einmal muss, was das Geschöpf zu sich nimmt, stark zermalmt werden und, wenn es genügend zubereitet ist, enthält es wenig brauchbare Masse im Vergleich zu dem, was bei Seite geworfen werden musste; während das andere Mal die ergriffene Beute fast ganz reine Nahrung ist und nur wenig Zerreibung erfordert. Daher in einigen Fällen ein unprofitables Geschäft und in andern Fällen ein profitables, das je nachdem kleine oder große Beträge an die sich vermehrenden somatischen Zellen abgibt. Ferner muss der Grad der Entwicklung der Eingeweide inbetracht gezogen werden, der, wenn niedrig, nur eine grobe Nahrung langsam in Umlauf setzt, der aber, wenn hoch, durch seine guten Anlagen für Lösung, Reinigung, Absorbierung und Zirkulation dazu dient, den sich vermehrenden somatischen Zellen ein kräftiges und reines Blut zuzuführen. Dann kommen wir zu einem besonders wichtigen Faktor, zu den Kosten bei der Erlangung der Nahrung. Hier wird große Energie für die Ortsveränderung erfordert und dort wenig — hier große Kraftaufwendung für kleine Nahrungsportionen und dort geringe Kraftaufwendung für große Portionen: die sich wiederum in physiologischer Armut oder in physiologischem Reichtum äußern. Dann kommt außer dem Aufwand von Nerven- und Muskelthätigkeit für die Nahrung auch der Aufwand für die Unterhaltung der Körperwärme inbetracht. So viel Wärme setzt so viel verbrauchte Nahrung voraus; der Verlust durch Strahlung oder Leitung, der unaufhörlich ersetzt werden muss, ändert sich je nach den Umständen — nach dem Klima, dem Medium (ob Luft oder Wasser), der Bedeckung, der Körpergröße (kleine Tiere kühlen relativ schneller ab als große); und im Verhältnis zu den Kosten der Wärmeerhaltung steht der Abzug von den Zuschüssen zur Zellbildung. Endlich haben wir drei besonders wichtige zusammenwirkende Faktoren oder vielmehr Gesetze, deren Wirkungen je nach der Größe des Tiers verschieden sind. Das erste dieser Gesetze ist folgendes: Die Veränderungen der Körpermasse sind proportional dem Kubus der Veränderungen der Dimensionen (vorausgesetzt, dass die Proportionen unverändert bleiben); die Veränderungen der resorbierenden Oberfläche hingegen sind nur dem Quadrat proportional. Daraus folgt, dass, unter gleichen Bedingungen, Größenzunahme eine verhältnismäßige Minderung der Ernährung mit sich führt und dadurch der Zellvermehrung größere Hindernisse in den Weg stellt [1]). Der zweite Faktor ist eine fernere Folge dieser Gesetze — nämlich: während das Körpergewicht in der dritten Potenz der Dimensionen wächst, nimmt der Querschnitt der Muskeln und Knochen nur im quadratischen Verhältnis zu; woraus eine Verminderung der Widerstandskraft und eine relative Schwäche der Struktur folgt. Dies wird bestätigt durch die Fähigkeit eines kleinen Tieres vielmal höher zu springen, als es lang ist, während ein großes Tier wie der

1) Principles of Biology § 46 (Nr. 8, April 1863).

Elephant gar nicht springen kann: seine Knochen und Muskeln haben nicht die Kraft, die erforderlich wäre seinen Körper in die Luft zu heben. Welche vermehrten Kosten entstehen, um das Körpergebäude zusammen zu halten, können wir nicht sagen; aber dass Kosten vorhanden sind, welche die nutzbaren Materialien für das Wachstum verringern, ist keine Frage. Und endlich drittens: Die Verteilung der Nahrung durch den Körper erfordert größeren Aufwand an Kraft. Je größer der Körper ist, desto mehr Kraft ist nötig, um das Blut in die peripherischen Teile zu treiben, was seinerseits wieder einen Abzug von den zur Erzeugung von Zellen verwendbaren Stoffen veranlasst.

Hier haben wir also neun Faktoren, von denen einige noch Unterabteilungen einschließen, die zusammenwirken, um die Zellvermehrung zu unterstützen oder zurückzuhalten. Sie kommen in unendlich verschiedenen Verhältnissen und Kombinationen vor, so dass jede Art sich mehr oder weniger von jeder andern inbezug auf ihre Wirkungen unterscheidet. Aber bei allen ist die Zusammenwirkung von der Art, dass sie am Ende die Vermehrung der Zellen, welche das Wachstum verursacht, hemmt, dann fortfährt eine langsame Abnahme in der Zellvermehrung zu erzeugen in Verbindung mit einer Abnahme der vitalen Thätigkeit und zuletzt die Zellvermehrung zum Stillstand bringt. Ein anerkanntes Vernunftgesetz, das Gesetz der Sparsamkeit, untersagt es, mehr Ursachen für die Erklärung einer Erscheinung anzunehmen, als nötig sind; und da bei allen obenerwähnten Aggregaten die genannten Ursachen unvermeidlich einen Stillstand der Zellvermehrung herbeiführen, so ist es nicht gestattet, diesen Stillstand irgend einer den Zellen innewohnenden Eigenschaft zuzuschreiben. Die Unzulänglichkeit der andern Ursachen müsste erst bewiesen werden, ehe man eine innere Eigenschaft annehmen dürfte.

Diese Schlussfolgerung scheint vollkommen gerechtfertigt, wenn wir solche Tierarten betrachten, welche ein Leben führen, das der Zellvermehruug keinen solchen ausgesprochenen Zwang auferlegt. Sehen wir uns zuerst ein Beispiel an, bis zu welchem Grad (einerlei ob reproduktive oder somatische Zellen) die Zellvermehrung gehen kann, wenn die Umstände die Ernährung erleichtern und die Ausgabe auf ein Minimum beschränken. Obwohl es noch früh in der Jahreszeit ist (März), haben mir die Warmhäuser von Kew eine genügende Anzahl von Blattläusen geliefert, um zu zeigen, dass zwölf von ihnen ein Grain wiegen — es würde eine höhere Zahl sein, wenn sie ausgewachsen wären. Indem er Prof. Owen zitiert, der nach den Tougard'schen Berechnungen annimmt, dass „ein einziges Ei von *Aphis* ohne Befruchtung eine Quintillion Aphiden erzeugen kann, sagt Prof. Huxley:

„Ich will annehmen, eine *Aphis* wiege $^1/_{1000}$ Grain, was gewiss viel zu niedrig angenommen ist. Eine Quintillion Aphiden würden nach dieser Schätzung eine Quatrillion Grain wiegen. Ein recht starker

Mann ist es schon, der zwei Millionen Grain wiegt; also würde die zehnte Generation allein, wenn alle ihre Glieder die Gefahren überleben, denen sie ausgesetzt sind, mehr Masse enthalten als 500,000,000 starke Männer — um wenig zu sagen, mehr als die ganze Bevölkerung von China"[1]). Hätte Prof. Huxley das wirkliche Gewicht, ein Zwölftel Grain, angenommen, so würde eine Quintillion Blattläuse unzweifelhaft mehr wiegen als die ganze menschliche Bevölkerung des Erdballs: nach meiner eigenen Berechnung kämen fünf Billionen Tonnen heraus! Selbstverständlich zitiere ich dies nicht als Beweis, wie weit die Vermehrung von somatischen Zellen, die von einem einzigen Ei abstammen, gehen könne, weil eingewandt werden kann, und zwar mit Recht, dass jede der geschlechtslosen lebendig geborenen Blattläuse durch Spaltung einer Zelle, die von der ursprünglichen reproduktiven Zelle abstammte, erzeugt wurde. Ich führe es nur an, um zu zeigen, dass, wenn die Zellprodukte eines befruchteten Eies sich unaufhörlich teilen und wieder teilen in kleine Gruppen, die sich über eine unbegrenzte nährende Fläche verbreiten, so dass sie ohne Kosten Materialien für ihr Wachstum erlangen können und nichts Merkliches für Fortbewegung oder Temperaturerhaltung ausgehen, die Zellproduktion ohne Grenzen vor sich gehen könne. Denn es wurde nachgewiesen, dass die agamische Vermehrung der Blattläuse vier Jahre lang vor sich gehen kann; aller Wahrscheinlichkeit nach würde sie endlos sein, wenn Temperatur und Nahrungszufuhr ohne Unterbrechung dieselben blieben. Aber nun wollen wir zu analogen Beispielen übergehen, die nicht einem Einwand wie dem eben angeführten begegnen. Wir finden sie bei den verschiedenen Arten von Parasiten, von denen wir die Trematoden wählen wollen, die in Fischen und Mollusken leben. Von einem derselben lesen wir: *Gyrodactylus* vermehrt sich ungeschlechtlich durch die Entwicklung eines jungen Trematoden im Körper als eine Art innerer Knospung. Eine zweite Generation erscheint innerhalb der ersten und selbst eine dritte innerhalb der zweiten, ehe der junge *Gyrodactylus* geboren wird"[2]). Und die Zeichnungen von Steenstrup in seinem „Generationswechsel" zeigen uns unter den Geschöpfen dieser Gruppe ein geschlechtsloses Individuum, dessen ganze Innenseite in kleinere geschlechtslose Individuen verwandelt war, die verschieden, vor oder nach ihrer Entstehung, ähnlichen Umwandlungen unterworfen sind — eine Vermehruug somatischer Zellen ohne jegliches Zeichen von reproduktiven Zellen. Unter welchen Umständen vollziehen sich diese ver-

1) The Transactions of the Linnaean Society of London, Vol. XXII, p. 215. Die Schätzung von Réaumur, die Kirby und Spence zitieren, ist noch höher: „in fünf Generationen kann eine Blattlaus der Erzeuger von 5,904,900,000 Nachkommen sein; und man nimmt an, dass in einem Jahr 20 Generationen erzeugt werden können." (Introduction to Entomology, Vol. I, p. 175).

2) A Manual of the Anatomy of Invertebrated Animals by H. Huxley p. 206.

schiedenen Arten agamischer Vermehrung unter den Parasiten? Sie kommen vor, wo keine Art von Ausgabe für Ortsveränderung oder Temperaturerhaltung erfordert wird und der Körper auf allen Seiten von Nahrung umgeben ist. Andere Beispiele liefern uns diejenigen Gruppen, bei welchen die Nahrung zwar nicht reichlich vorhanden ist, die Kosten für den Lebensunterhalt dennoch kaum merklich sind. Unter den Cölenteraten sind es die Hydroidpolypen, die einfachen und zusammengesetzten, und unter den Mollusken haben wir verschiedene Typen Ascidien, feste und bewegliche Botryllidien und Salpen.

(Schluss folgt.)

Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte. Unter Mitwirkung von K. Bardeleben (Jena); D. Barfurth (Dorpat); G. Born (Breslau); Th. Boveri (München); J. Disse (Göttingen); C. Eberth (Halle a. S.); W. Flemming (Kiel); A. Froriep (Tübingen); C. Golgi (Pavia); F. Hermann (Erlangen); F. Hochstetter (Wien); C. v. Kupffer (München); W. Roux (Innsbruck); J. Rückert (München); Ph. Stöhr (Zürich); H Strahl (Marburg); H. Strasser (Bern). Herausgegeben von **Fr. Merkel** in Göttingen und **R. Bonnet** in Gießen. 1892. Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden. I. Band: **1891**. Gr. 8. XVIII u. 778 Stn. Preis 25 Mark.

Abweichend von den üblichen Jahresberichten haben wir es hier mit einem eigenartigen Unternehmen zu thun, für welches alle, die sich für Biologie interessieren, den Herausgebern und Mitarbeitern zu großem Dank verpflichtet sind. In übersichtlicher Weise und mit Kritik, welche von berufenster Seite ausgeübt, daher doppelt wertvoll ist, werden die Ergebnisse der Forschung zusammenhängend dargestellt. Auf anatomischem und entwicklungsgeschichtlichem Gebiet sind jetzt so viele emsige Forscher in eifriger Thätigkeit, dass es kaum dem Fachmann, geschweige denn den Vertretern verwandter Gebiete möglich ist, alles zu verfolgen. So eignet sich gerade dieser Wissenszweig vortrefflich für den neuen Versuch der Bearbeitung, welcher hier vorliegt. Aber ich zweifle nicht, dass die Uebertragung auf andre Gebiete ebenso dankbar aufgenommen werden würde, und möchte insbesondre für das nächstliegende, die Physiologie, den Wunsch einer baldigen Nachfolge aussprechen.

Ich halte es für überflüssig, auf eine Besprechung des Werkes im Einzelnen einzugehen. Die Namen der Herren Mitarbeiter sprechen genugsam für ihre Befähigung zur Ausführung des von ihnen Angestrebten. Die Ausstattung ist gleichfalls vortrefflich, so dass wir das Werk geradezu als eine Zierde unsrer Litteratur bezeichnen können. **J. R.**

Berichtigungen.

In der Abhandlung von Herrn Braem „Ueber die Knospung bei mehrschichtigen Tieren“ sind folgende Druckfehler zu berichtigen:

S. 146 Zeile 16 v. u. lies „an ihr“.
S. 149 letzte Zeile lies „der grauen *Hydra*“.
S. 151 Anm. 1 Z. 3 lies „(S. 144)“.
S. 154 Abs. 2 Z. 3 lies „Entodermgewebes“.

Verlag von Eduard Besold (Arthur Georgi) in Leipzig. — Druck der kgl. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik — Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark. Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIV. Band. 1. April 1894. **Nr. 7.**

Inhalt: **Keller**, Fortschritte auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie und -biologie (Fortsetzung). — **Spencer**, Die Unzulänglichkeit der „natürlichen Zuchtwahl" (Schluss). — **Field**, Die bibliographische Reform.

Fortschritte auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie und -biologie.

Von Dr. **Robert Keller**.

(Fortsetzung.)

III. Physiologie der Ernährung.

B. Frank, Assimilation des freien Stickstoffes durch die Pflanzenwelt. Botanische Zeitung, 51. Jahrg., S. 139—156.

A. Petermann, Contributions à la question de l'azote; troisième note. Bulletins de l'Academie royale de Belgique, t. XXV, p. 267—276, 1893.

A. Petermann et Graftian, Recherches sur la composition de l'atmosphère, sec. part. Extrait du tome XLIX des Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'Académie royale de Belgique, 1893.

K. Goebel, Insektivoren in „Pflanzenbiologische Schilderungen", 2. Teil, S. 53—214, 1891—93.

W. Pfeffer, Ueber die Ursachen der Entleerung der Reservestoffe aus Samen. Berichte der math.-physik. Klasse der kgl. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften, S. 421—428, 1893.

Noll, Ueber den Einfluss der Phosphaternährung auf das Wachstum und die Organbildung. Naturwissenschaftl. Wochenschr., Bd. VIII, 1893.

5) Seit Boussingault durch eine berühmt gewordene Untersuchungsreihe nachgewiesen zu haben schien, dass die Pflanzen nicht die Fähigkeit besitzen, elementaren Stickstoff zu assimilieren, hat sich diese Vorstellung mit außerordentlicher Hartnäckigkeit selbst über eine Zeit hinaus erhalten, in welcher auf experimentellem Wege das Gegenteil dargethan war. Frank trat vor allem mit Entschiedenheit für die Ansicht ein, „dass durch lebende, auf dem Erdboden wachsende Pflanzen eine Bindung von freiem Stickstoff der Luft vermittelt wird". Wenn

schon Frank zuerst an *Lupinus luteus* und *Lepidium sativum* diese Stickstoffassimilation nachwies, so besteht doch zur Zeit vielfach die Meinung, dass das Vermögen, freien Stickstoff zu binden, nur den Leguminosen zukomme. Hellriegel hat diese prinzipielle Scheidung in einer wichtigen Lebensfunktion zwischen Leguminosen und Nichtleguminosen in aller Entschiedenheit betont. Denn nach ihm kommt den Leguminosen nur durch das Mittel des Pilzes, welcher die Wurzelknöllchen dieser Pflanzen bewohnt, die Fähigkeit zu, freien Stickstoff zu binden. Wo also einer Pflanze der Symbiosepilz fehlt, da kann folgerichtig auch nicht von einer Assimilation des Stickstoffs der atmosphärischen Luft gesprochen werden.

Dieser Ansicht tritt Frank in einer neuen Untersuchung über die Assimilation des freien Stickstoffes durch die Pflanzenwelt mit aller Entschiedenheit entgegen. Er fußt dabei auf folgenden Beobachtungen:

1. Nicht nur in Symbiose mit dem Knöllchenpilze assimilieren die Leguminosen freien Stickstoff. In einem durch Erhitzen auf 100° sterilisierten Boden entwickeln sich die Knöllchenpilze nicht. Unter Anwendung aller Vorsichtsmaßregeln ergaben die Kulturen von Leguminosen in sterilisiertem Boden folgende Resultate.

Kultur	Bodenart	Stickstoff der Aussaat	Stickstoff der Ernte	Stickstoff des Boden in Prozenten vor der Aussaat	Stickstoff des Boden in Prozenten nach dem Versuch
Phaseolus vulgaris . .	Sandboden	0,0668 g	0,1175 g	0,0096 g	0,0221 g
„ „ . .	Humusboden	0,0668 „	1.0016 „	0,0519 „	0,1818 „
Lupinus luteus . . .	Sandboden	0,0420 „	0,1140 „	0,0096 „	0,0180 „
„ „ . . .	Humusboden	0,0364 „	0,3475 „	0,1076 „	0,0982 „
Pisum sativum . . .	Humusboden	0,0282 „	0,3705 „	0,1076 „	0,1316 „
Robinia Pseudacacia .	Sandboden	0,0024 „	0,0538 „	—	—

Trotzdem also in diesen Versuchen die Leguminosen nicht in Verbindung mit dem Rhizobium lebten, trotzdem ihnen kein anderer Stickstoff zur Verfügung stand als die geringe Menge, die die Analyse im jeweiligen Boden nachwies und der atmosphärische Stickstoff, findet in den 4 Repräsentanten der Leguminosen, welche je in 4 Exemplaren kultiviert wurden, eine ganz entschiedene Anreicherung an Stickstoff statt. Die Stickstoffmenge der ganzen Aussaat betrug 0,2426 g, der Ernte 2,0048 g, jene des Bodens im Mittel vor dem Versuch 0,0773%, nach dem Versuche 0,0863%. Da der Boden seine ursprüngliche Stickstoffmenge nicht verloren, vielmehr um eine geringe Menge bereichert hat, rührt die bedeutende Vermehrung des Stickstoffes, welche die Ernte zeigt, von der Assimilation des freien atmosphärischen Stickstoffes her. Es ist also dessen Assimilation nicht an die Gegenwart des Rhizobiums gebunden. „Die Wirkung des Symbiosepilzes auf die

Leguminose ist nur die eines Reizes, durch welchen die Ernährungs- und Assimilationsthätigkeiten der Pflanze überhaupt und damit auch die auf die Erwerbung des freien Stickstoffes gerichtete gekräftigt werden".

2. Das Rhizobium der Leguminosen kann auch abgetrennt von der Nährpflanze kultiviert werden. Sofern ihm eine organische Stickstoffverbindung geboten wird, gedeiht es sehr gut; nur unbedeutend vermehrt es sich, wenn ihm nur freier Stickstoff zur Verfügung steht. — Die von den Wurzelknöllchen gebundene Stickstoffmenge ist aber viel zu gering, als dass sie dasjenige Stickstoffquantum zu liefern vermöchten, welches die reife Leguminose, auch auf stickstofffreiem Boden, zuletzt in ihren Samen und in den übrigen Teilen ihres Körpers gewonnen hat. Es geht dies aus nachfolgender Zusammenstellung hervor.

Stickstoff in 5 Pflanzen von *Lupinus luteus* (in Grammen) kultiviert in stickstoffarmem, nicht mit Stickstoff gedüngtem Sandboden:

	Von den Knöllchen befreite Wurzeln	Wurzelknöllchen	Oberirdische Pflanzenmasse
23. Juli (die Pflanzen blühen) . . .	0,1104	0,1472	0,6838
15. Sept. (Früchte noch nicht reif) .	0,1526	0,1919	5,9071
23. Oktober (Früchte völlig reif) . .	0,1493	0,0530	4,1318

3. Auch Nichtleguminosen vermögen freien Stickstoff zu assimilieren, und zwar sowohl Kryptogamen als Phanerogamen.

Ich gebe im Nachfolgenden die Zusammenstellung der Versuchsergebnisse an Phanerogamen wieder.

		Stickstoff in der		Stickstoffgehalt des Bodens in Prozenten	
		Aussaat	Ernte	vor dem Versuch	nach dem Versuch
Avena sativa 20 Pfl.	Lehmboden . .	0,0142 g	0,487 g	0,118	0,131
Polygonum Fagopyrum 20 Pfl.	Sandboden . .	0,0070 „	0,0816 „	0,0096	0,0178
Spergula arvensis 0,668 g Samen	Sandboden . .	0,0123 „	0,1106 „	0,0096	0,0101
Brassica napus 40 Körner	Lehmboden . .	0,0033 „	0,377 „	0,118	0,125
Sinapis alba 4 Pfl.	Humusboden . .	0,0012 „	0,4421 „	0,1862	0,1912
Sinapis alba 4 Pfl.	stickstofff. Sand	0,0012 „	0,0043 „	—	—
Solanum tuberosum 4 Knollenstücke	stickstofff. Sand	0,022 „	0,2186 „	—	—
Acer platanoides 10 Samen	Sandboden . .	0,0201 „	0,1688 „	0,0096	0,0106

Die Gesamtstickstoffmenge der Aussaat betrug also 0,0813 g. Ihr steht die Menge von 1,8890 g in der Ernte gegenüber. Dass dieser sehr bedeutende Ueberschuss nicht der gebundene Stickstoff des Bodens sein kann, sondern aus der Aufnahme freien Stickstoffes der Luft herrührt, ergibt ein Blick in die Zahlen der beiden letzten Reihen. Der mittlere Prozentgehalt betrug vor dem Versuch 0,0752, nach dem Versuch 0,0809.

Die Versuche fanden im Freien statt. Eine Zufuhr von gebundenem Stickstoff durch Regen war aber ausgeschlossen, da sie unter einem Regendache ausgeführt wurden. Zudem hätten die Spuren von Stickstoff nicht eine so starke Anreicherung an Stickstoff herbeiführen können. Um jedem Einwand in dieser wichtigen Frage der Assimilation des freien Stickstoffes begegnen zu können, führte Frank auch Kulturen in einem abgesperrten Luftraume aus, durch den eine reine mit Schwefelsäure gewaschene Luft ging, der etwas Kohlensäure beigemengt war. Frank beschreibt Versuche mit *Sinapis alba* in folgender Weise. „Der Versuch wurde in Gang gesetzt, sofort, nachdem in das Vegetationsgefäß mit Humusboden 3 Senfkörner eingesäet worden waren, was am 16. April 1892 geschah. Der beständige luftdichte Schluss des Apparates konnte bei jedesmaligem Durchsaugen des Luftstromes mittelst der Wasserstrahlpumpe konstatiert werden. Bis zum 22. Juni waren die 3 Pflanzen unter den Glocken sehr stark entwickelt, je 69, 49 und 41 cm hoch mit vielen normal großen Blättern. Trotzdem, dass die Pflanzen in dieser Weise rüstig fortgewachsen waren bis zum Erscheinen der Blütenknospen, womit ja hier das Höhenwachstum überhaupt beendigt ist, so brachten sie doch die Blüten nicht zur Entfaltung; es blieben vielmehr die Blütenknospen sämtlich abnorm klein und in diesem Zustand unveränderlich, so dass also die abgeschlossene Luft in diesem Falle eine ganz bestimmte Erkrankung, die Hemmung des Blütenwachstums bedingt. Die Erntemenge der 3 Senfpflanzen betrug 1,86 g Trockensubstanz mit 0,0507 g Stickstoff, während die 3 ausgesäeten Samen nur 0,0009 g Stickstoff mitgebracht hatten. Der Stickstoffgehalt des Versuchsbodens wurde gefunden anfangs 0,162 %, nach dem Versuche in dem Vegetationsgefäß 0,215 % und in dem übrigens gleich behandelten vegetationslosen Kontrolgefäß 0,195 %. Der Versuch beweist also ganz bestimmt einen Stickstoffgewinn aus freiem Stickstoff durch die Thätigkeit der Senfpflanze schon unter diesen für letztere ungünstigen, die Samenbildung ganz vereitelnden Umständen".

4. Schließlich wendet sich Frank der Frage zu: „Inwieweit wird gebundener Stickstoff (Nitrat), wenn die Pflanzen damit gedüngt werden, von diesen wirklich zur Ernährung verwendet?" Gewöhnlich wird ohne weiteres angenommen, dass wenn man Pflanzen durch erhöhte Nitratzufuhr zu schrittweise steigernder Produktion stickstoff-

haltiger Pflanzensubstanz bringen kann, dieses Mehr des Erntestickstoffes aus dem Nitratdünger stamme.

Diese Schlussfolgerung vergisst darauf abzustellen, was etwa sonst das Schicksal des Nitrates im Boden sein könnte. Dass aber das Schwinden des Nitrates in einer Kultur nicht notwendig bedingt wird durch die Aufnahme in die Kulturpflanze, beweist Frank durch folgenden Versuch. „. . . Jedes Gefäß erhielt 0,06 g Ca $(NO_3)_2$ = 0,010 g N. Als die eingesäeten Senfpflanzen zur Reife gekommen waren (nach 78 Tagen) fand sich in dem Boden keine Spur von Nitrat mehr vor, aber auch in dem nichtbesäeten Kontrolgefäß war jetzt das Nitrat bis auf die letzte Spur verschwunden. Je eine Senfpflanze aber hatte die 0,0003 g Stickstoff des gesäeten Samens auf 0,009 g Erntestickstoff vermehrt".

Es erfährt also das dem Boden als Dünger zugeführte Nitrat eine Zersetzung, die um so vollständiger ist, je längere Zeit dasselbe den zersetzenden Einflüssen ausgesetzt ist. So können also Pflanzen, die sich sehr langsam entwickeln, von dem Stickstoff des Nitrates unter Umständen sehr wenig aufnehmen.

Es ist also ein fehlerhafter Schluss, dass der gewonnene Pflanzenstickstoff bei den Nichtleguminosen ganz aus dem Stickstoff des Bodens, aus dem als Dünger gegebenen Nitrat herstamme. Wie ist es nun aber zu erklären, dass man bei steigender Nitratdüngung, wenigstens bei verschiedenem Nichtleguminosen, steigende Stickstoffernten erzielt? „In der Jugend ist schon wegen der Kleinheit der Pflanze ihre Fähigkeit, freien Stickstoff zu assimilieren, sehr unbedeutend; die rascher wirkenden Nitrate sind für ihre erste Entwicklung unentbehrlich; je mehr also die aufwachsende Pflanze durch dieselben gekräftigt wird, wozu schon kleine Mengen Nitrat hinreichend sind, desto energischer assimiliert sie auch freien Stickstoff, und ein desto größerer Teil ihres Erntestickstoffes stammt aus dem letztern. Bei einer Nichtleguminose bleibt, wenn der gebundene Stickstoff ganz fehlt, die Entwicklung sehr kümmerlich und die Erwerbung freien Stickstoff ziemlich unbedeutend. Die Leguminosen haben vor den anderen Pflanzen das voraus, dass sie den gebundenen Stickstoff auch schon bei ihrer ersten Entwicklung entbehren können; sie verdanken dies zum einen Teil ihrem relativ großen stickstoffreichen Samen, zum wesentlichen Teile aber der ihnen eigentümlichen Symbiose mit den Knöllchenpilzen, durch welche die Assimilationsthätigkeiten der Pflanze, insbesondere die für den freien Stickstoff, in einem hohen Grade angeregt werden". —

6) Der Frage der Assimilation von freiem Stickstoff gelten auch verschiedene Untersuchungen, welche Petermann an der agronomischen Station in Gembloux anstellte. Frank nimmt auf eine Untersuchung dieses Physiologen aus dem Jahre 1892 mit folgenden Worten Bezug: „Einen eklatanten Erfolg dagegen erhielt Petermann bei Versuchen

mit sechszeiliger Gerste. An freier Luft in Vegetationsgefäßen angestellte Versuche, bei denen ein natürlicher Boden mit den natürlichen Mikroorganismen und mit einer mineralischen Düngung verwendet wurde, ergaben durch die Vegetation der Gerste unter Einrechnung des Stickstoffes der Aussaat, des Wassers zum Begießen und unter Vergleichung des Stickstoffgehaltes des Bodens vor und nach dem Versuche einen Gewinn von 0,3516 g N. Petermann hat auch Versuche in großen Glashäusern angestellt, die möglichst luftdicht geschlossen waren, und durch welche ein vorher in Schwefelsäure gewaschener Luftstrom geleitet wurde; hier glückte es ihm, die Gerste gut zur Entwicklung zu bringen, und diese Versuche ergaben, wenn ungewaschene Luft verwendet wurde, 3,6174 g und in gewaschener Luft 3,3711 g Stickstoffgewinn; bei gelber Lupine waren die entsprechenden Zahlen 8,6815 g und 9,7841 g . . ." Da bei diesen Versuchen der Boden nicht mikrobenfrei war, stellte Petermann die Forderung, dass die Versuche zunächst wieder in sterilisiertem Boden aufgenommen wurden, bevor man sie dahin deute, dass den höhern Pflanzen die Eigenschaft zukomme, freien Stickstoff zu assimilieren.

In der zitierten Abhandlung werden die Ergebnisse dieser neuen Versuche mitgeteilt.

In einem natürlichen Boden, dessen Oberfläche gleich wie die Wände der Versuchsgefäße mit niedern Pflanzen (Algen) bedeckt war, konnte eine Stickstoffzunahme nachgewiesen werden, trotzdem derselbe mit einer Luft in Berührung war, die von den Stickstoffverbindungen befreit wurde. Dem Stickstoffgehalt von 0,0255 g zu Anfang des Versuches stand ein Stickstoffgehalt von 0,0294 zu Ende des Versuchs gegenüber.

In einem Boden, der sterilisiert wurde und blieb, zeigte sich unter analogen Verhältnissen eine geringe Abnahme des ursprünglichen Stickstoffgehaltes.

In einem sterilisierten Boden, der bis zum Schluss des Versuchs sterilisiert blieb, kultivierte Petermann Gerste. Die Kulturen kamen mit Luft in Kontakt, welcher die Stickstoffverbindungen entzogen waren. Zu Anfang des Versuches betrug der Stickstoffgehalt des Bodens 0,0511 g, am Schluss 0,492. Der Stickstoffgehalt der Aussaat war 0,0573 g, jener der Ernte 0,0575 g.

Aus diesen Versuchen lassen sich also folgende Schlüsse ziehen, die uns, zusammengehalten mit den oben entwickelten Anschauungen von Frank, zeigen, dass die Frage der Assimilation des freien Stickstoffes durch die Pflanzen wohl noch nicht endgiltig gelöst ist. Die Atmosphäre spielt im Leben der Pflanze nicht nur durch die Stickstoffverbindungen, die sie enthält, eine wichtige Rolle, sondern auch durch ihren elementaren Stickstoff. Dieser wird jedoch weder vom nackten Boden noch auch von den höhern Pflanzen fixiert, vielmehr tritt derselbe in

den Lebenszyklus der Pflanzen durch Vermittlung der den Boden bewohnenden Mikroorganismen ein. Die Vegetationen von Kryptogamen, die sich spontan auf jedem feuchten Boden entwickeln, sowie die mikrobische Thätigkeit, welche sich in der Knötchenbildung vieler Pflanzen äußert, sind die Ursachen hiervon. Den höher organisierten Pflanzen fehlt die Thätigkeit, freien Stickstoff zu assimilieren.

Im Anschlusse hieran mögen einige Versuche, die Petermann gemeinschaftlich mit Graftian anstellte, und welche die Bestimmung des Gehaltes an Stickstoffverbindungen in den Niederschlägen zum Gegenstande haben, kurze Erwähnung finden. Das in Gembloux gesammelte Wasser der Niederschläge enthält im Durchschnitt pro Liter 1,49 Milligramm gebundenen Stickstoff. Durch die Niederschläge wird also jährlich einem Hektar eine Menge von 10,31 Kilo gebundenen Stickstoffs zugeführt. Davon befinden sich 76 % in Form von Ammoniak, der Rest in Salpeter- und salpetriger Säure. Der Gehalt ist ein sehr wechselnder. Im Juni und Juli ist er am kleinsten, steigt dann langsam bis zum Februar. Es ist dies dadurch zu erklären, dass die langsamen Niederschläge (Nebel) oder die Niederschläge, welche gleich dem Schnee der Luft eine große Oberfläche bieten, mehr von den in der Luft enthaltenen Stickstoffverbindungen aufzunehmen vermögen, als der schnellfallende Regen. —

7) Seit Darwin's Untersuchungen über die insektenfressenden Pflanzen erschienen sind, erfreut sich kaum ein anderes Gebiet der Pflanzenbiologie gleicher Aufmerksamkeit gerade in den Kreisen der Nichtbotaniker. Schon aus diesem äußern Grunde dürfte es gerechtfertigt sein, in unserem Referate die einlässlichen Darstellungen Goebel's über die Insektivoren zu skizzieren und das um so mehr, da sie nicht nur in ihrem morphologischen, sondern auch im physiologischen Teil manches Neue bringen.

Die Blätter der Insektivoren, welche uns in den mannigfaltigsten Gestaltungsverhältnissen entgegentreten, sind mit Fangausrüstungen versehen, die trotz ihrer vielerlei Gestalten auf drei Prinzipien zurückzuführen sind. Die einen der Einrichtungen dienen zum Anlocken, die andern zum Festhalten, die dritten zum Töten und Verdauen der Tierchen, die im Leben der Insektivoren eine wichtige, wenn schon passive Rolle spielen.

Dem Wesen nach sind die Lockmittel die gleichen, mit denen die Blüten den Insektenbesuch sich zu sichern suchen, Farbe, Geruch und Lockspeisen.

Die Sarracenien, eine amerikanische Familie, die in acht Arten der Gattung *Sarracenia* an sumpfigen offenen Standorten mit reicher Bodenfeuchtigkeit und starker Besonnung im östlichen Amerika, in einer Gattung (*Darlingtonia*) in den Bergen Kaliforniens, in einem Genus (*Haliamphora*) im Roraimagebirge heimisch ist, steht in der Farbenpracht ihres Fangapparates, wie in der Nektarproduktion zahl-

reichen farbenschönen, honigreichen Blüten keineswegs nach. Ihre sämtlichen Blätter sind Schlauchblätter, denen bei den verschiedenen Arten sehr ungleiche Dimensionen zukommen. Den bis 1 m langen Schlauchblättern der kalifornischen *Darlingtonia* stehen die nur etwa 10 cm langen Schläuche der *Sarracenia psittaenia* gegenüber. Fast stets sind die Schläuche lebhaft gefärbt, bald in ihrer ganzen Ausdehnung wie *S. purpurea*, bald wenigstens nahe der Eingangsöffnung intensiv. „*S. rubra* z. B. ist ausgezeichnet durch ein rotes Adernetz, das an der bezeichneten Stelle am stärksten hervortritt, zudem spielt die Eingangsöffnung in eigentümlich seidenartigem Glanze, welcher durch die Haarbekleidung verursacht ist. *S. flava* besitzt besonders in ihrem obern Teil gelb gefärbte, mit rotem Adernetz versehene Schläuche, und auch bei *S. psittaenia* ist der Helm bei wohl entwickelten Exemplaren intensiv purpurgefärbt. Bei *S. Drummondi* finden sich zwischen dem roten Adernetz des obern Schlauchteiles weiße Stellen, in denen wie bei den weißen Flecken panachierter Blätter keine Chlorophyllbildung stattgefunden hat". Besonders schön sind die Färbungen an den Schläuchen der *S. variolaris* und *Darlingtonia*. Dort ist auf der Unterseite des helmförmigen Deckels ein rotes Adernetz, die hintere Schlauchwand trägt weiße, zum Teil rot umsäumte Flecken, Fensterchen, die besonders beim durchfallenden Lichte scharf hervortreten.

So borgt sich das Blatt der Blumen Farbenpracht, um ihnen gleich die Aufmerksamkeit der Insekten zu erregen. Dazu kommt noch die Ausscheidung eines süßen Saftes. Gleich der Färbung ist die Nektarausscheidung in der Nähe der Schlauchmündung die stärkste. „Beobachtet man z. B. ein Schlauchblatt von *S. flava*, so sieht man an der Innenfläche des aufgerichteten, an seiner schmalen Seite nach außen gekrümmten Deckels eine Menge dicker, süß schmeckender Tropfen. Genauere Beobachtung ergibt, dass die Nektarausscheidung vom Deckel aus sich auch ein Stück weit in das Schlauchinnere fortsetzt und kleinere Nektartropfen auch am Rande des Deckels und längs der Kante des auf der Schlauchinnenseite befindlichen Flügels sich befinden, und auch auf der äußern Schlauchfläche scheinen kleine Tröpfchen ausgeschieden zu werden. Jedenfalls aber führt ein mit Honig besetzter Pfad von dem untern Ende des Schlauches zu seinem Eingang, und ist die Nektarausscheidung am stärksten an der hintern Seite des Eingangs". Bei andern Arten ist oft der Schlauchrand „wie mit Syrup beschmiert".

Sehr anschaulich schilderte schon vor 8 Decennien Macbride diese „Fliegenfallen", die an leicht zugänglicher Stelle ihren Honigseim darbieten, um die Naschenden ins Verderben zu locken. Er sagt: „Bringt man im Mai, Juni oder Juli, den Monaten, in welchen die Blätter dieser Pflanzen ihre eigenartige Funktion in der größten Vol-

lendung verrichten, einige derselben in das Haus und gibt ihnen aufrechte Stellung, so bemerkt man bald, dass sie Fliegen anlocken. Diese Insekten nähern sich direkt den Schlauchmündungen und scheinen, über den Rand derselben gebeugt, eifrig etwas von der Innenfläche aufzusaugen. In dieser Stellung verweilen sie, schließlich aber scheinbar verlockt durch den angenehmen Geschmack, betreten sie das Innere des Schlauches. Die Fliege, die so ihren Platz verändert hat, verliert den festen Halt, sie wankt einige Sekunden, gleitet aus und fällt auf den Grund des Schlauches, wo sie entweder ertrinkt oder vergeblich gegen die Haarspitzen emporzuklettern versucht. . . . . In einem fliegenreichen Hause geht dieser Fang so rasch, dass der Schlauch in wenigen Stunden voll ist und es wird notwendig, Wasser hinzufügen, da die von Natur vorhandene Menge unzureichend ist, die gefangenen Insekten zu ertränken. . . . . Das Anlockungsmittel für die Fliegen ist offenbar eine süße, klebrige, honigähnliche Substanz, welche von der Innenfläche des Schlauches abgesondert oder ausgeschwitzt wird".

Ganz ähnlich verhalten sich auch andere Schlauchblattpflanzen wie die *Nepenthes*-Arten. Lebhafte Färbung macht diese Kannen oft schon von weitem sichtbar. Die purpurrote Färbung scheint vorzuherrschen. Aus Borneo aber ist eine hochstämmige Art „mit weißen Schläuchen von zierlicher Wasserkannenform, durchsichtig wie Eierschalen-Porzellan, und sehr hübsch scharlachrot gefleckt" bekannt geworden. Eine eigentümliche Farbenschönheit zeigen die Kannen jener Arten, wo, wie bei *Nepenthes albo-marginata*, „der glänzend braune Randkragen von einem breiten, weißen samtartigen Rand umgrenzt ist".

Auch hier ladet den flüchtigen Besucher eine gedeckte Tafel zum Verweilen ein. Kuchenförmige Zellkörper, die auf der Unterseite des Deckels liegen, sondern eine süßschmeckende Substanz ab.

Die Wiederholung der Lockmittel der Blumen führte auch zur Verwendung von Düften. *Drosophyllum lusitanicum*, eine Pflanze der iberischen Halbinsel, welche in Gemeinschaft mit Lavendel, Cistusrosen etc. die Vegetation trockener steiniger Hügel oder des Dünensandes bildet, besitzt lange lineale, reichlich mit Stieldrüsen besetzte Blätter. Ihnen ist ein honigartiger Geruch eigen, welcher wohl neben den scheinbaren Nektartropfen der Drüsen beim Anlocken der Fliegen von besonderer Wichtigkeit ist.

In den Fangeinrichtungen kommen drei Formen zum Ausdruck. Die eben beschriebenen Blätter des *Drosophyllum* sind Leimstangen, die, wie nachfolgende Zusammenstellung zeigt, von trefflicher Wirkung sind. An einer kleinen, ein Jahr alten Pflanze beobachtete Goebel folgendes.

					104 Fliegen
1.	Blatt (noch unentfaltet)	1 Bremse	10.	Blatt (noch nicht ganz entfaltet) —	2 „
2.	„ — — — — — —	19 Fliegen	11.	„ — — — —	22 „
3.	„ (Spitze verletzt)	23 „	12.	„ (an der Spitze tot)	11 „
4.	„ (alt abgestorben)	2 „	13.	„ — — — —	14 „
5.	„ — — — — —	5 „	14.	„ — — — —	17 „
6.	„ — — — — —	16 „	15.	„ — — — —	11 „
7.	„ (alt, teilweise abgestorben) —	9 „	16.	„ — — — —	13 „
8.	„ — — — — —	17 „	17.	„ — — — —	10 „
9.	„ — — — — —	12 „	18.	„ — — — —	22 „
			19.	„ — — — —	7 „
		104 „			233 „

Als Leimstangen für die Fliegen sollen auch die Bauern um Oporto die Pflanzen büschelweise in den Wohnungen aufhängen. Bei den übrigen Droseraceen sind es Klebfäden, die als Fangorgane dienen, da die bald ovalen, bald kreisrunden Spreiten die den klebrigen Saft abscheidenden Drüsen tragen. Der Tod erfolgt wahrscheinlich durch Ersticken, indem die Oeffnungen der Tracheen durch den Saft verklebt werden.

Bei *Dionaea* sind die Blätter Klappenfallen. Insekten, welche teils zufällig, teils angelockt durch die lebhafte Färbung der Oberseite auf das Blatt sich begeben, müssen notwendig bei ihren Bewegungen an eine der sechs Borsten der Blattspreite anstoßen. Dadurch lösen sie eine Reizbewegung aus, durch welche die beiden Blatthälften zusammenklappen.

Bei den Sarracenien stellen die Blätter, wie früher schon gezeigt wurde, Schlauchklappen dar. Die Tiere, welche durch sie gefangen werden, ertrinken wohl in jenen Fällen, in denen der Schlauch erhebliche Mengen von Wasser ausscheidet. Man beobachtet z. B. bei *Nepenthes* im Innern der Kannen zwei Zonen, die Gleitzone und die Drüsenzone. Jene hat einen weißlichen, von einem Wachsüberzug herrührenden Schimmer, die Drüsenzone ist durch die als dunklere Punkte hervortretenden Drüsen charakterisiert. Die Menge dieser Drüsen ist eine sehr bedeutende. Die Größe derselben nimmt gewöhnlich von oben nach unten zu. Mit den Digestionsdrüsen des Sonnentaus haben sie gewisse Aehnlichkeit und zweifelsohne sind sie es, die die Flüssigkeit ausscheiden, welche in den *Nepenthes*-Bechern abgesondert wird. Da die Becher stets eine gewisse Flüssigkeitsmenge enthalten, so muss ein Insekt, das, von den honigabsondernden Drüsen auf die glatte Gleitfläche vorrückend, ausglitscht, in der Tiefe der Schläuche ertrinken. Die Absonderungsflüssigkeit ist von schleimiger Beschaffenheit, und es ist daher nicht unwahrscheinlich, dass die chemische Beschaffenheit der Schlauchflüssigkeit den Tod beschleunigen kann. So schreibt Goebel: „Ich brachte zwei lebende Stubenfliegen in Wasser, zwei andere in je

einen *Nepenthes*-Schlauch. Nach weniger als einer halben Stunde waren die in den Schläuchen befindlichen scheinbar vollständig tot; sie lagen regungslos in der Flüssigkeit, während die ins Wasser geworfenen noch nach $1^1/_2$ Stunden unter lebhaften Bewegungen auf der Oberfläche schwammen". Infolge der schleimigen Beschaffenheit der Flüssigkeit werden die von Wasser schwer benetzbaren Flügel am Körper ankleben, und die Fliege wird dann untersinken. In andern Fällen, wie z. B. bei den Sarracenien, die wenig Flüssigkeit absondern, werden die in die Kannen gefallenen Tierchen verhungern.

Die wichtigste Frage, die sich uns nun aufdrängt, ist die: Was wird aus den Tieren? Sind diese Pflanzen insektivor? Verdauen sie gleich einem tierischen Organismus? oder nehmen sie nur Zersetzungsprodukte durch Diffusion auf, wie viele andere Pflanzen, so namentlich Epiphyten, mit Hilfe ihrer Blätter mineralische Stoffe aufnehmen.

Nach Goebel lassen sich bezüglich der Art der Verdauung die Insektivoren in zwei Gruppen bringen, in „solche, bei denen eine echte, durch ausgeschiedene peptonisierende Fermente bewirkte Verdauung stattfindet und solche, bei denen das nicht der Fall ist, sondern nur eine Aufnahme der Zersetzungsprodukte seitens der Pflanze eintritt, wobei aber . . . wenigstens bei einer Form die merkwürdige Thatsache hervorzuheben ist, dass fäulnishemmende Stoffe ausgeschieden werden".

Die Funktionen der *Sarracenia*-Kannen wurden nicht immer in dem Sinne gedeutet, der ihnen heute zugeschrieben wird. Man sah in den Schläuchen Wassersammler. Das Wasser der Schläuche sollte „zum Unterhalt und zur Erquickung der Pflanze" dienen, gewiss eine eigentümliche Vorstellung, wenn man bedenkt, dass *Sarracenia* eine Sumpfpflanze ist. Um aus diesem Dilemma herauszukommen, nahm Linné an, dass der *Sarracenia* Wasserbedürfnis eben noch größer sei, als das der Sumpfpflanzen, dass sie „eine auf das Land geratene Wasserpflanze sei, welche mit ihren Blättern gewissermaßen noch im Wasser, das sie selbst sammelte, lebte".

Die Schlauchblätter vermögen in der That erhebliche Mengen von Wasser aufzunehmen. „Schläuche von *Sarracenia illustrata* wurden teils mit Wasser, teils mit Lösungen etc. bis 10 c unter der Oeffnung gefüllt, diese mit einem Kork verschlossen und über denselben leichtflüssiges Paraffin gegossen, so dass kein Wasser verdunsten konnte. Die Niveauhöhe wurde durch außen angeklebte Papierstreifen bezeichnet.

Nach 48 Stunden waren folgende Mengen resorbiert:

a. Hatte erhalten 20 ccm einer 0,1proz. Ameisensäurelösung mit etwas gequollenem Fibrin; resorbiert waren 6,8 ccm, die übriggebliebene Lösung reagierte noch sauer, das Fibrin erschien ganz unangegriffen.

b. Hatte 10 ccm Wasser erhalten. Resorbiert waren 2,0 ccm.

c. 10 ccm sehr verdünnten Fleischsaft, mit kohlensaurem Natrium genau neutralisiert; resorbiert waren 2,5 cm. Der Fleischsaft war voll von Bakterien, trübe und von alkalischer Reaktion".

Analog waren die Versuchsergebnisse bei andern *Sarracenia*-Arten. Stets konnte die Aufnahme von Wasser konstatiert werden, stets konnte auch gezeigt werden, dass Fleischstücke nicht angegriffen wurden, wohl aber, dass, wenn fäulnisfähige Stoffe in die Kanne gebracht wurden, schon nach 3 Tagen deutliche Fäulnis eintrat.

Sarracenia vermag also weder ein eiweißlösendes Enzym auszuscheiden, noch einen fäulnishemmenden Stoff. Mit der Flüssigkeit, welche die Innenwand der Schläuche aufnimmt, werden natürlich auch Stoffe des zersetzten tierischen Körpers aufgenommen werden. Goebel hält dafür, dass dies wahrscheinlich Ammoniak sein dürfte.

Wie im Bau seiner Blätter, so schließt sich inbezug auf ihre Leistungen *Cephalotus*, eine westaustralische Pflanze aus der Familie der Saxifrageen, an *Sarracenia* an. „Obwohl hier eine ziemlich starke Sekretion von Flüssigkeit stattfindet, konnte eine verdauende Wirkung derselben doch in keinem Falle konstatiert werden; Fleischstückchen und Fibrinflocken zerfielen nicht rascher in den Kannen, als außerhalb derselben". Dagegen war die fäulnishemmende Wirkung des Sekretes sehr ausgesprochen. In Kannen, die mit 0,5proz. sterilisierter Peptonlösung gefüllt wurden, war nach 2 Tagen ein fauliger Geruch nicht wahrzunehmen. Viele Bakterien und kleine Infusorien bevölkerten den Kanneninhalt. Die Kulturversuche zeigten, dass, wenn schon keine Fäulnis eintrat, Fäulnisbakterien zugegen waren. Der von den Kannen ausgesshiedene fäulnishemmende Stoff, dessen Natur nicht näher bekannt ist, muss also entweder die Entwicklung der Fäulnisbakterien hemmen oder ihren Stoffwechsel so beeinflussen, dass andere als die gewöhnlichen Fäulnisprodukte entstehen.

Von der Peptonlösung wurde während des Versuchs etwa die Hälfte resorbiert. Von einer Verdauung kann aber nicht gesprochen werden. Beruht doch der Zerfall der gefangenen Insekten auf der Thätigkeit von Mikroorganismen.

Zweifelhaft ist die Stellung der *Utricularia*. Die Fangapparate der Utricularien sind Blasen. Man glaubte früher in ihnen den Mechanismus sehen zu müssen, welcher bedingt, dass während einer bestimmten Vegetationsperiode die Pflanze schwimmt, während sie zu anderer Zeit untergetaucht ist. So schrieb z. B. De Candolle: „Ihre Wurzeln oder vielmehr ihre untergetauchten Blätter sind außerordentlich verzweigt und mit einer Menge kleiner abgerundeter Schläuche versehen, welche eine Art beweglichen Deckels haben. In der Jugend der Pflanze sind diese Schäuche voll Schleim, der schwerer als das Wasser ist, und die Pflanze wird durch diesen Ballast auf dem Grunde festgehalten. Wenn die Blütezeit naht, scheidet die Wurzel Luft aus,

welche in die Schläuche eindringt und den Schleim verdrängt, wobei sich der Deckel hebt. Mit einer Menge von Luftblasen versehen, steigt die Pflanze dann langsam empor und schwimmt an der Oberfläche. Die Blüten erheben sich frei in die Luft; ist die Blütezeit vorüber, so beginnt die Wurzel wieder Schleim auszuscheiden, dieser verdrängt die Luft in den Schläuchen, die Pflanze wird wieder schwerer und versinkt auf den Grund des Wassers, wo sie dann ihre Samen an derselben Stelle reift, an der sie später ausgesäet werden". Gegen diese biologische Bedeutung der *Utricularia*-Blasen sprechen eine Reihe von Beobachtungen. Schwimmende Wasserpflanzen besitzen in ihrem Gewebe große luftführende Zwischenzellräume. Diese sind es, welche auch das Schwimmen der *Utricularia* ermöglichen. Denn die schwimmende Pflanze sinkt auch dann nicht, wenn ihre Blasen mit Wasser gefüllt sind oder wenn sie alle abgeschnitten werden. Der fernere Umstand, dass auch Land-Utricularien die Blasen nicht fehlen, weist darauf hin, dass man ihre biologische Bedeutung in anderer Richtung zu suchen hat.

Im Gegensatz zu andern als Fangapparat dienlichen Schlauchblättern bewirkten jene Blasen der Utricularien eine durch eine Klappe verschlossene Eingangsöffnung. Dieselbe gestattet wohl den Eintritt in den Blasenraum, nicht aber ein Entweichen nach außen, „da ihr freies Ende auf einem hufeisenförmigen Rahmen als Widerlager ruht". Auf dem Deckel und dem Widerlager sind zahlreiche schleimabsondernde Haare, deren Sekret kleine Wassertierchen anzieht. Lange Fortsätze am Blaseneingang, die man bei verschiedenen *Utricularia*-Arten findet, sind zur Abwehr größerer Tiere dienlich. „Für kleinere aber werden sie, namentlich, wenn sie mit schleimabsondernden Drüsen besetzt sind, zugleich als Leitwege zum Blaseneingang dienen". Kleine Tierchen, welche gegen die Klappe drücken, werden gefangen. „Eine Reizbarkeit der Klappe ist dabei nicht im Spiele, wie man nach Analogie mit *Dionaea* und nach dem raschen Verschwinden der Tiere vielleicht annehmen könnte. Vielmehr handelt es sich nur darum, dass die Klappe elastisch eingebogen wird, wodurch eine Oeffnung entsteht, in der das Tier verschwindet, worauf die Klappe dann sofort sich wieder so biegt, dass der Eingang verschlossen ist". Im Innern sterben die Tiere bald; vielleicht dass sie durch den Schleim, der auch im Innern zur Absonderung gelangt, ersticken. Anderseits wird dieser Schleim auch Spaltpilzen als Nährboden dienen, welche alsdann den Zerfall der Tierleichen bedingen. Ein Enzym war nie nachweisbar. Darüber aber besteht kein Zweifel, dass eine Aufnahme zersetzter Körpersubstanz durch die Blasen stattfindet. Ihre Innenseite besitzt in großer Zahl meist vierarmige Haare, die in gefütterten Blasen ein anderes Aussehen haben, als in ungefütterten. „Während nämlich in ungefütterten Blasen die Haare nur einen dünnen durchsichtigen Plasmakörper besitzen, führen die Haare gefütterter Blasen einen auffallend ver-

schiedenen Inhalt, . . . stark lichtbrechende, teils kugelige, teils mehr unregelmäßig gestaltete Massen". Die chemischen Reaktionen zeigen, dass diese Inhaltsstoffe Fett sind, welches aus dem tierischen Körper aufgenommen wurde. Nicht dass ein direkter Durchtritt stattfände. Denn die im Innern dieser Absorptionshaare liegenden Fetttropfen sind stets ungefärbt, während aus den Tierleichen rötlich gefärbte Oeltröpfchen austreten". „Am nächsten liegen dürfte die Annahme, dass das in dem tierischen Fett enthaltene Lecithin, welches im Wasser quellbar und sogar etwas löslich ist, die Membranen durchdringt und vom Protoplasma zum Aufbau von Fett verwendet wird". Fütterungsversuche sprechen in hohem Maße für diese Auffassung.

Goebel führte drei einschlägige Versuche aus. In einem ersten Falle wurden die Blasen ungefütterter Pflanzen mit entfettetem Blutfibrin gefüttert, in einem zweiten mit Lecithin, in einem dritten mit einer Pasta von Olivenöl und Stärkemehl. „Nach 4 Tagen fanden sich in den Haaren von 1 keine Tropfen, zahlreiche dagegen bei den mit Lecithen gefütterten, keine oder doch nur zweifelhafte Spuren bei drei. Das Lecithin kann also offenbar die Membranen durchdringen und im Innern der Zellen zur Fettbildung verwendet werden. . . . Dass außerdem noch andere Stoffe, z. B. Ammoniak, aufgenommen werden, ist sehr wahrscheinlich. Jedenfalls aber stellt die Fettbildung gefütterter Blasen ein wichtiges und ungemein charakteristisches Merkmal dar."

Unsere einheimischen *Utricularia*, *U. intermedia* und *U. vulgaris*, zeigen in gewissem Sinne eine Anpassung an die Lebensgewohnheiten verschiedener Tiere. In den Blasen der erstern beobachtet man nur Ostracoden (*Cypris*), in jenen der *U. vulgaris* nur Copepoden. Die Winterknospen von *U. intermedia* bilden sehr frühzeitig Ausläufer, welche in den Schlamm eindringen und Blasen an ziemlich weit verkümmerten Blättern entwickeln. Diese im Detritus des Wassergrundes verborgenen Ausläufer fischen nun die im Schlamme lebenden Tiere; die *Cypris* aber bevölkert als schlechte Schwimmerin den Schlamm und ist daher das vorwiegende Opfer des Tierfanges der *U. intermedia*. *U. vulgaris* wächst frei flutend. Die guten Schwimmer der Crustaceen, das sind eben Copepoden, werden also von ihr gefangen werden.

Die übrigen Insektivoren verdauen durch Enzyme.

Werden die Blätter der *Pinguicula* z. B. durch kleine Fibrinflocken gereizt, so findet eine lebhafte Absonderung schleimiger sauer reagierender Flüssigkeitströpfchen statt. Die Enzymabsonderung jedoch vollzieht sich nur sehr langsam und nur in geringen Mengen. Zugleich aber erfolgt die Ausscheidung eines fäulniswidrigen Stoffes. Goebel hält dafür, dass, wenn von Verdauung durch Bakterien bei *Pinguicula* gesprochen werde, dies auf unpassende Versuchsmethoden zurückzu-

führen sei. Werden große Eiweißwürfel auf die Blätter aufgelegt, so können diese natürlich bei der relativ geringen Menge sich abscheidenden Enzyms nicht gelöst werden. Es werden sich also auf dem Ueberschuss Bakterien ansiedeln.

Ueber die Verdauung durch die *Nepenthes*-Schläuche gehen die Ansichten ebenfalls auseinander. Es wird gewöhnlich angegeben, „dass die Verdauung auf Wirkung von Mikroorganismen beruhe und eine Fäulnis sei." Goebel zeigt, dass diese Auffassung auf Beobachtungen an geschwächten Pflanzen beruht, während kräftige, also normale Pflanzen, wie aus nachfolgender Darstellung hervorgeht, ein anderes Verhalten zeigen.

„Es wurde eine kräftige Pflanze von *Nepenthes paradisiaca* im Laboratorium in einem heizbaren Glaskasten bei 20—25° in mit Wasserdampf gesättigtem Raume kultiviert. Sie besaß drei Kannen, die älteste, offenbar nicht mehr lebenskräftige, zeigte bereits eine bräunliche Farbe; die geringe in ihr vorhandene Flüssigkeit reagierte neutral; eine hineingeratene Wespe starb bald und nach drei Tagen ergab sich alkalische Reaktion. Bakterien und Infusorien waren zahlreich vorhanden. Die 2. Kanne dagegen besaß ein sauer reagierendes Sekret, in dem sich eine kleine Fliege befand; das Sekret löste Fibrin in einer Stunde, nach drei Stunden war kein gelöstes Eiweiß vorhanden, sondern nur noch Pepton nachweisbar. Eine weiterhin eingegebene Fibrinflocke wurde nach Zusatz von 0,2prozentiger Salzsäure in 40 Minuten bei 16—18° gelöst. Eine Impfung aus dieser Lösung in Nährgelatine ergab keine Bakterien.

„Die jüngste Kanne war noch geschlossen. Eine Impfung aus ihr in Nährgelatine ergab keine Pilzvegetation. Das Sekret betrug 4,6 ccm, war schleimig und reagierte neutral; nach Zusatz von 1‰ Ameisensäure wurde eine gequollene Fibrinflocke in 12 Stunden vollständig verdaut. Eine Impfung in Nährgelatine ergab selbst nach 8 Tagen in zwei Proben keine Bakterienentwicklung".

Thatsächlich beobachtet man, dass sich in normalen Kannen, in die ein Insekt fällt, sehr bald Ameisensäure ausscheidet.

Auch bei *Drosophyllum* ist eine echte Verdauung nachweisbar. Ihr Drüsensekret enthält Ameisensäure. „Dieselbe schließt die Bakterienverdauung aus. Es wurden sowohl vom frischen Sekret, als von durch Verdauung halb verflüssigten Fleischstückchen Impfungen auf Nährgelatine gemacht; nach 14 Tagen war bei den letzteren keine Spur von Bakterienentwicklung eingetreten, bei den ersteren blieb sie von 3 Proben in zweien aus, in einer dritten war nach 6 Tagen eine einzige Kolonie vorhanden." Die Bedeutung der Ameisensäure ist darin zu suchen, dass sie als Antisepticum wirkt, dass sie ferner eine Lockerung des Fibrins und ein Herausdiffundieren von Stoffen be-

dingt, welche als Reiz auf die Digestionsdrüsen einwirken und sie zu reichlicher Enzymabscheidung veranlassen.

Bei *Dionaea* beobachtet man, dass das Schließen der beiden Blatthälften durch einen Stoßreiz, wie auch durch einen chemischen Reiz erfolgt. Wird ein Insekt gefangen, dann machen sich beide Reize geltend; die Folge ist, dass die zusammengeklappten Spreitenteile lange, oft wochenlang, geschlossen bleiben. Verursachte der Stoßreiz durch einen unorganischen Körper das Schließen, dann ist dasselbe, da nun der chemische Reiz fehlt, stets nur von kurzer Dauer.

Die Absonderung des verdauenden Sekretes ist oft eine so reichliche, dass das Sekret in Tropfen herausfließt. Auch hier bedingt Ameisensäure die saure Reaktion der abgesonderten Flüssigkeit. Ist das Blatt normal, dann findet auch hier ein Fäulnisprozess nicht statt. „Fleischstücke, die über den Rand des gefütterten Blattes herausragten, gingen in Fäulnis über, nicht aber der im Blatt eingeschlossene Teil; ja in Fäulnis übergehendes Fleisch verlor, in ein *Dionaea*-Blatt gebracht, sogar den Fäulnisgeruch, was die antiseptische Eigenschaft des von den Digestionsdrüsen abgesonderten Sekretes deutlich genug erweist."

Die Insektivoren haben also die Fähigkeit, sich wichtige Baustoffe aus dem tierischen Körper anzueignen, sei es dass sie bestimmte Zersetzungsprodukte oder Fett oder Eiweißkörper aufnehmen. Wenn schon nun für keine einzige derselben die Aufnahme tierischer Nahrung unentbehrlich ist, so gewährt ihnen dieselbe doch gewisse Vorteile. Die gefütterten Pflanzen sind kräftiger, produzieren reichere Früchte und reichlichere Samen.

Dass die ungefütterte Pflanze im Hungerzustand sich befindet, scheint eine Beobachtung von Büsgen zu zeigen. An ungefütterten *Utricularia*-Pflanzen entstanden schon Mitte August Winterknospen. Nun hat Göbel an solchen Wasserpflanzen, die charakteristische Winterknospen bilden, gezeigt, dass man dieselben auch im Hochsommer oder Frühling zur Bildung der Winterknospen zwingen kann, wenn man sie hungern lässt. Die frühzeitige Winterknospenbildung ungefütterter *Utricularia*-Pflanzen scheint somit den Hungerzustand der betreffenden Pflanzen anzudeuten.

Für *Drosera*-Arten lehren übrigens vergleichende Kulturversuche, dass die Insektennahrung keinen völligen Ersatz für die mangelnde Nitrataufnahme durch die Wurzeln ist. —

8) Für die Entleerung gespeicherter Stoffe ist der Konsum oder die Fortführung der diosmierenden Produkte eine Bedingung. Beim Keimungsprozess der Samen ist das gleiche Prinzip ausgesprochen, gleichviel ob die Reservestoffe in den Cotyledonen aufgespeichert sind oder im Endosperm. Hansteen hat unter Pfeffer's Anleitung experimentell dargethan, dass die Wechselbeziehung, welche zwischen

der Entleerung des Endosperms und der Fortentwicklung der Keimpflanze besteht, nicht, wie man oft annimmt, auf der Abscheidung von Enzymen durch den Embryo beruht, sondern durch die dauernde Abfuhr des Zuckers, der aus der Stärke gebildet wird, bedingt ist.

Endosperm von *Zea mais* wird isoliert. Es wird demselben Gips derart angegossen, dass die erstarrte Masse an Stelle des Schildchens, durch welches unter normalen Verhältnissen die Keimpflanze aus dem Endosperm die Reservestoffe aufnimmt, diesem anliegt. Das Gipssäulchen, gewissermaßen die künstliche Keimpflanze, wurde in dampfgesättigtem, gleichsam sterilisiertem Raume ins Wasser gestellt. „In den Versuchen mit viel Wasser schritt die Lösung der Stärke, von dem Gipsschildchen beginnend, in normaler Weise fort. Schon nach 10 bis 13 Tagen hatten die dem Schildchen näheren Zelllagen die gesamte, die fernsten Zelllagen des Endosperms aber den größten Teil der Stärke verloren und die noch vorhandenen Körner waren in üblicher Weise angefressen. Inzwischen war der Zucker durch die Gipssäule in das Wasser gelangt und bei der großen Menge dieses dauernd abgeleitet worden." Tauchte das Gipssäulchen nur in wenig Wasser, dann kam es zu keiner Entleerung. Nur in den dem Gipsschildchen nächstliegenden Zellen waren einzelne der Stärkekörner etwas ausgefressen. „Da alle übrigen Versuchsbedingungen dieselben waren, so geht aus diesen Erfahrungen mit aller Evidenz hervor, dass mit der Ansammlung einer gewissen Zuckermenge in dem Wasser der fernere Umsatz von Stärke in Glukose gehemmt wird." Irgend einer besonderen Einwirkung von Seiten des Keimlings bedarf es also, da das isolirte Endosperm zu solcher aktiven und regulatorischen Thätigkeit befähigt ist, nicht, um dessen Entleerung zu bewirken. Der Stoffverbrauch der wachsenden Pflanze sorgt für die Wegfuhr der zugeführten Glukose, deren Ansammlung die Entleerung hindern würde.

Dennoch kommt dem Embryo thatsächlich die Fähigkeit zur Diastaseabscheidung zu. Verf. machte mit viel Stärke und wenig Gips gleichsam ein künstliches Endosperm, welches er nach Abtrennen des natürlichen mit dem Schildchen des Embryo verband. Vom Schildchen aus schritt nun die Corrosion der Stärkekörner sehr energisch weiter, „und die Keimpflanze gewinnt jetzt durch ihre sekretorische Thätigkeit die in dem toten Endospermersatz gebildete Glukose". Tritt dieses künstliche Endosperm auch mit viel Wasser in Berührung, dann erfolgt doch keine Veränderung der Stärke. „Fraglich bleibt nur, ob diese Diastaseausscheidung auch bei normaler Entwicklung der Keimpflanzen mitwirkt, oder ob — was sehr möglich ist — ein solches Verhältnis vorliegt, dass der Mangel des Stärkeumsatzes, rsp. das Fehlen des Zuckerzuflusses von dem Endospermersatz den Reizanstoß abgibt, welcher die Ausscheidung von Diastase veranlasst."

Die Annahme Haberlandt's, dass im Endosperm die Kleberschicht das Diastase absondernde Gewebe sei, wird durch das Experiment nicht bestätigt. Wurde jene Schichte abgelöst, so erfolgte durch das dem Endospermrest aufgesetzte Gipssäulchen die Entleerung der Stärke gerade so schnell wie in den frühern Versuchen, wenn dasselbe nur in eine hinlänglich große Wassermenge eintauchte. „Da gar nichts auf eine Arbeitsteilung in diesen inneren, sämtlich Stärke führenden Endospermzellen hindeutet, so ist wohl kein Zweifel, dass jede einzelne dieser lebenden Zellen die Fähigkeit besitzt, die Stärke in Glukose zu verwandeln und diese Verwandlung in der besagten regulatorischen Weise durchzuführen."

Es wurde gesagt, dass unter normalen Verhältnissen die Entleerung des Endosperms an den Zuckerkonsum, d. i. an das Wachsen des Embryos geknüpft sei. Wurde dieser eingegipst, Wurzel, Stengel und Blätter also mechanisch am Fortwachsen gehemmt, dann konnte in der That die Stärkauflösung auf ein sehr geringes Maß reduziert werden.

Als Ursache der Regulation dieser Stoffwanderung vom Endosperm zum Keimling ergibt sich also, „dass die Ansammlung des einen Reaktionsproduktes bis zu einem gewissen Grenzwert die weitere Produktion dieses Stoffes und damit die Fortführung der Umsetzung hemmt." —

9) Ueber den Einfluss der Phosphor-Ernährung berichtet Dr. Noll im Bonner Gartenbau-Verein.

Will man über die Bedeutung eines mineralischen Nährstoffes sich Aufklärung verschaffen, dann müssen Pflanzen in vergleichenden Kulturen groß gezogen werden. Genau gleichen Bedingungen sind die Versuchspflanzen auszusetzen, mit dem Unterschiede jedoch, dass der mineralische Stoff, über dessen Bedeutung man Aufschluss erlangen will, dem einen Teil derselben nicht geboten wird. Noll hat durch sehr sorgfältig geleitete Versuche namentlich an *Tradescantia Selloi* gezeigt, dass der Phosphor für das Gedeihen der Pflanzen von größter Bedeutung ist, nicht etwa bloß für die Samenbildung, sondern auch für die Entwicklung der vegetativen Teile.

Aus 2 Millimeter langen Blattknoten wächst die Versuchspflanze unter günstigen Bedingungen zu kräftigen Pflanzen heran. Anfänglich ist in der Entwicklung der phosphorhaltigen und phosphorfreien Vegetation kein Unterschied zu bemerken. Man muss wohl annehmen, dass die vegetativen Gebilde, welche zur Vermehrung der *Tradescantia* benutzt wurden, in sich eine kleine Phosphatmenge aufgespeichert enthielten, dass also die Differenz der Entwicklung erst von dem Momente an sich geltend machen konnte, wo dieser Phosphorvorrat nahezu oder völlig verbraucht war. Von dem Momente, wo sich nun bei den Kulturen die Folgen des Phosphormangels geltend machen

konnten, zeigten sich augenfälligste Unterschiede. „Während sich die Phosphatpflanzen ungemein rasch und kräftig entwickeln, ein Blatt nach dem andern neu entfalten und aus allen Blattachseln neue Seitentriebe hervorsprießen lassen, die ihrerseits weitere Verzweigungen bilden, bleiben die Pflänzchen ohne Phosphat nun auf einmal in der Entwicklung völlig stehen. Zu der Zeit, wo aus den millimetergroßen Seitenknöspchen der *Tradescantia* bei Phosphatnahrung mächtige Pflanzen herangewachsen sind, mit Hunderten von Blättern und Dutzenden von Seitenzweigen, sind aus den gleichen Knospen, denen alle sonstigen Nährstoffe in reichstem Maße zu Gebote standen, denen nur das Phosphat fehlte, kümmerliche Pflänzchen, sämtlich mit 5—6 kleinen Blättchen, entstanden.“ Diese Zwergpflänzchen gehen zwar nicht zu Grunde, aber in monatelanger Kultur entwickeln sie sich nicht weiter. Die einzige äußere Veränderung, die sich konstatieren lässt, besteht darin, dass die Blättchen dick, jenen der Fettpflanzen ähnlich werden.

Dass dieser Stillstand in der Entwicklung wirklich auf den mangelnden Phosphor zurückzuführen ist, zeigte Noll dadurch, dass er diese kümmerlichen Pflänzchen durch Zusatz von etwas phosphorsaurem Kalk in üppig vegetierende Kulturen verwandelte. „Wie mit einem Zauberschlag kommt dann neues Leben in den Kümmerling; schon nach wenigen Tagen zeigen sich neue Blättchen an dem Gipfel und aus jeder Blattachsel schieben sich die zarten Spitzchen neuer Seitentriebe hervor, die sich alle kräftig entfalten.“

(Fortsetzung folgt.)

Die Unzulänglichkeit der „natürlichen Zuchtwahl“.

Von **Herbert Spencer.**

(Schluss.)

Aber nun wollen wir von diesen niedrigen Tieren, bei welchen geschlechtslose Reproduktion und fortgesetzte Vermehrung der somatischen Zellen gewöhnlich ist und unter welchen es eine Klasse gibt, die „Zoophyten“ genannt werden, weil ihre Lebensweise diejenige der Pflanzen nachahmt, zu den Pflanzen selbst übergehen. Bei diesen findet keine Ausgabe für Kraftleistung statt und keine, um die Temperatur auf gleicher Höhe zu halten; die Nahrung wird zum Teil vom Erdboden geliefert, und der Rest rührt von einem Medium her, das überall die äußere Oberfläche umgibt: die Nutzbarmachung des in ihr enthaltenen Stoffes findet gratis durch die Sonnenstrahlen statt. Wie zu erwarten war, zeigt sich hier, dass Agamogenese stattfinden kann ohne Ende. Zahlreiche Pflanzen und Bäume werden in unbeschränkter Ausdehnung durch Setzlinge und Augen vermehrt; wir haben verschiedene Pflanzen, die auf keine andere Weise vermehrt werden können. Die bekanntesten sind die gefüllten Rosen unserer Gärten: diese tragen keinen Samen und werden dennoch überall durch Pfropf-

reiser und Augen verbreitet. Die Warmhäuser liefern viele solcher Beispiele, wie ich von einer Autorität ersten Ranges erfahren habe. Von dem „ganzen Heer der tropischen Orchideen, zum Beispiel, wird nicht der hundertste Teil durch Samen vermehrt, und einige von ihnen werden seit einem Jahrhundert kultiviert". Dann haben wir den *Acorus calamus*, „von dem man schwerlich weiß, ob er irgendwo Samen trägt, obwohl er überall in der nördlichen gemäßigten Zone gefunden wird". Und dann haben wir den berühmten und entscheidenden Fall von *Elodea Canadensis* (alias *Anacharis*), die, man weiß nicht wie (vermutlich durch Bauholz), eingeführt und zuerst 1847 an verschiedenen Orten beobachtet wurde und jetzt, nachdem sie sich seitdem über fast ganz England verbreitet hat, alle Teiche, Kanäle und kleinen langsam fließenden Flüsse heimsucht. Die Pflanze ist zweihäusig, und nur die weibliche findet sich bei uns. Es ist also keine Frage, dass diese ungeheure Nachkommenschaft des ersten eingewanderten Setzlings oder abgerissenen Stücks, die so groß ist, dass, wenn Alles vereinigt würde, es genug wäre, um viele Quadratmeilen zu bedecken, vollständig aus somatischen Zellen besteht. Daraus folgt, dass, soweit wir urteilen können, diese somatischen Zellen in dem Sinn, wie Prof. Weismann es meint, unsterblich sind; und der Beweis, dass sie es sind, ist unermesslich größer als der Beweis, der ihn zur Behauptung der Unsterblichkeit der durch Spaltung sich vermehrenden Protozoen führt. Und diese unendliche Vermehrung somatischer Zellen hat sich unter den Augen zahlreicher Beobachter seit vierzig Jahren vollzogen. Gibt es einen Beobachter, der seit vierzig Jahren aufpasst, ob die durch Spaltung stattfindende Vermehrung der Protozoen kein Ende hat? Wo ist der Beobachter, der es für ein Jahr, einen Monat oder eine Woche gethan hat?

Inbezug auf *Elodea* erfahre ich, dass im Jahr 1879, dreißig Jahre nachdem sie eine Plage geworden war, eine einzelne männliche Pflanze auf einem Teich bei Edinburg gefunden wurde; aber nach einer „erschöpfenden Umfrage über die Pflanze, die Dr. Grönland von Kopenhagen gemacht hat, konnte er keine Spur eines männlichen Exemplars in Europa außer dem in Schottland gefundenen entdecken". In den Gewässern, aus denen die *Elodea* verschwunden ist, scheint dies in Folge des Auftretens einer Alge geschehen zu sein, die das Wasser getrübt und dadurch ungünstig für erstere gemacht hat. Das heißt also, dass die abnehmende Vermehrung somatischer Zellen in manchen Fällen nicht einer Erschöpfung zuzuschreiben ist, sondern durch das Entstehen feindlicher Elemente oder ungünstiger Bedingungen verursacht wird, wie es gewöhnlich bei eingeführten Pflanzen und Tierarten der Fall ist, die im Anfang sich ungeheuer vermehren und dann, ohne ihre reproduktive Kraft einzubüßen, anfangen abzunehmen unter den sich ausbildenden feindlichen Einflüssen.

Selbst wenn Prof. Weismann's Theorie durch diesen Beweis nicht abgethan wäre, würde sie durch eine kritische Untersuchung seines eigenen Beweises mit seinen eigenen Belegen beseitigt werden können. Es ist klar, dass, wenn wir relative Sterblichkeit messen wollen, wir gleiche Bedingungen annehmen und gleiches Maß gebrauchen müssen. Thun wir das mit irgend einem dazu geeigneten Tier — sagen wir dem Menschen als dem der Beobachtung zugänglichsten! Die Sterblichkeit der somatischen Zellen, aus denen die Masse des menschlichen Körpers besteht, ist nach Prof. Weismann durch die Abnahme und den schließlichen Stillstand der Zellvermehrung in den verschiedenen Organen erwiesen. Nehmen wir an, wir machten diese Probe an allen Organen, nicht nur an solchen, wo sich fortwährend Galle bereitende Zellen, Epithelzellen u. s. w. entwickeln, sondern auch an denen, in welchen die reproduktiven Zellen entstehen. Was finden wir? Dass die Vermehrung der letzteren viel früher ihr Ende erreicht als die Vermehrung der ersteren. Bei einer gesunden Frau fahren die Zellen, die die verschiedenen lebenden Gewebe des Körpers bilden, noch viele Jahre fort zu wachsen und sich zu vermehren, nachdem die Keimzellen aufgehört haben zu leben. Mit gleichem Maß gemessen zeigt sich also, dass die Zellen der letzteren Klasse sterblicher sind als die der ersteren. Aber Prof. Weismann wendet verschiedenes Maß für die beiden Klassen an. Gehen wir über die Ungerechtigkeit dieses Verfahrens hinweg und nehmen wir seine andere Art Messung an und sehen wir, was daraus folgt! Nach seiner Erklärung wird bei den Protozoen der Tod ausgeschlossen durch die ihnen zugeschriebene Fähigkeit, sich zu teilen und wieder zu teilen ohne Aufhören. Fortgesetzte Spaltung ohne Ende ist die Definition der Unsterblichkeit, von der er spricht. Wenden Sie diese Vorstellung auf die reproduktiven Zellen der Metazoen an! Dass eine ungeheure Mehrheit unter ihnen sich nicht endlos vermehrt, haben wir schon gesehen: mit seltenen Ausnahmen sterben sie und verschwinden ohne Ergebnis, oder sie hören mit der Vermehrung auf, während der Körper im Ganzen noch lebt. Aber wie verhält es sich mit den besonderen Ausnahmen, die als die thatsächlichen Werkzeuge zur Erhaltung der Species allein von Prof. Weismann in Betracht gezogen werden? Setzen diese ihre durch Spaltung erfolgende Vermehrung ohne Ende fort? Keineswegs. Der Zustand, in welchem allein sie eine geeignete Existenzform behalten, ist derjenige, wo aus zweien eins wird statt aus einem zwei. Ein Glied aus Serie A und ein Glied aus Serie B verbinden sich und verlieren auf diese Weise ihre Individualität. Nun ist es klar, dass, wenn die Unsterblichkeit einer Klasse dadurch bewiesen wird, dass ihre Glieder sich teilen und immer wieder teilen in unausgesetzter Folge, dann das Gegenteil von Unsterblichkeit bewiesen wird, wenn statt Teilung Verbindung stattfindet. Jede dieser zwei Klassen kommt zu

einem Ende, und eine neue Reihe entsteht, die mehr oder weniger von beiden abweicht. So kann die Behauptung, dass die reproduktiven Zellen unsterblich sind, nur verfochten werden, wenn man den Begrif der Unsterblichkeit im gewöhnlich angenommenen Sinne aufgibt.

Aber selbst abgesehen von diesen letzten Ausstellungen, können wir die Behauptung von dem den beiden Zellklassen innewohnenden Unterschied widerlegen. Bei den Tieren wird die Vermehrung der somatischen Zellen durch verschiedene ungünstige Bedingungen zum Stillstand gebracht; aber bei mehreren Pflanzen, bei denen diese ungünstigen Verhältnisse wegfallen, geht die Vermehrung unbegrenzt vor sich. Man kann in der That sagen, dass der behauptete Unterschied umgekehrt werden kann, insofern als die durch Spaltung entstandene Vermehrung der reproduktiven Zellen notwendig von Zeit zu Zeit durch Vermischung unterbrochen wird, während die der somatischen Zellen hundert Jahre lang ohne Unterbrechung andauern kann.

In der Abhandlung, die diesem Proscriptum vorausging, wurden Schlussfolgerungen gemacht aus dem dort berichteten merkwürdigen Fall vom Pferd und dem Quagga und einem analogen Fall, der bei Schweinen beobachtet wurde. Diese Folgerungen sind inzwischen bestätigt worden. Ich bin einem ausgezeichneten Korrespondenten zu großem Dank verpflichtet, der meine Aufmerksamkeit auf beglaubigte Thatsachen gelenkt hat, die über die Nachkommen von Weißen und Negern in den Vereinigten Staaten berichtet werden. Indem er sich auf einen Bericht, der ihm mehrere Jahre zuvor gemacht worden war, bezieht, sagt er: „Es ging darauf hinaus, dass die Kinder weißer Frauen von weißen Vätern mehrere Male Spuren von Negerblut zeigten, wenn die Frau früher ein Kind von einem Neger gehabt hatte." Zu der Zeit, als ich diesen Bericht erhielt, besuchte mich ein Amerikaner, und darüber befragt, antwortete er, dass in den Vereinigten Staaten diese Meinung allgemein anerkannt werde. Um jedoch nicht nach Hörensagen zu urteilen, schrieb ich sogleich nach Amerika, Umfrage zu halten. Prof. Cope in Philadelphia hat sich an Freunde im Süden gewendet, aber hat mir bisher keine Resultate gesandt. Prof. Marsh, der ausgezeichnete Paläontologe aus Yale, New Haven, der auch Beweise sammelt, sendet mir einen vorläufigen Bericht, in welchem er sagt: „Ich selbst kenne keinen solchen Fall, aber ich habe viele Aussagen gehört, die mir ihre Existenz wahrscheinlich machen. Ein Beispiel in Connecticut wurde mir von einem Bekannten so zuverlässig beteuert, dass ich allen Grund habe, es für authentisch zu halten."

Dass Fälle dieser Art nicht häufig im Norden gesehen werden, besonders heutigen Tags, ist natürlich zu erwarten. Das erste der obenerwähnten Beispiele bezieht sich auf Vorgänge, die im Süden während der Sklavenzeit beobachtet wurden; und selbst damals waren

die bezüglichen Bedingungen natürlicherweise sehr selten. Dr. W. J. Youmans in New-York hat in meinem Interesse mehrere Medizinprofessoren befragt, die, obgleich sie nicht selbst solche Beispiele gesehen haben, sagen, dass das behauptete oben beschriebene Resultat „allgemein als eine Thatsache anerkannt wird". Aber er sendet mir etwas, das nach meiner Meinung als ein autoritatives Zeugnis gelten kann. Es ist ein Zitat aus dem klassischen Werk von Prof. Austin Flint, das hier folgt:

„Eine eigentümliche und, wie es scheint, unerklärliche Thatsache ist es, dass frühere Schwangerschaften einen Einfluss auf die Nachkommenschaft haben. Das ist den Tierzüchtern wohlbekannt. Wenn Vollblutstuten oder Hündinnen einmal mit Männchen von weniger reinem Blut belegt worden waren, so werden bei späteren Befruchtungen die Jungen geneigt sein die Art des ersten Männchens anzunehmen, selbst wenn sie von Männchen mit unzweifelhaftem Stammbaum erzeugt wurden. Wie man diesen Einfluss der ersten Empfängnis erklären kann, ist unmöglich zu sagen, aber die Thatsache ist unbestritten. Der gleiche Einfluss ist beim Menschen beobachtet worden. Eine Frau kann vom zweiten Mann Kinder haben, die dem ersten ähnlich sind, und diese Beobachtung ist besonders in Bezug auf Haar und Augen gemacht worden. Eine weiße Frau, die zuerst Kinder von einem Neger hat, kann später Kinder von einem weißen Vater gebären und doch werden diese Kinder unfragliche Eigentümlichkeiten der Negerrasse an sich tragen [1])."

Dr. Youmans besuchte Prof. Flint, der ihm erzählte, dass er „den Gegenstand näher untersucht habe, als er sein größeres Werk schrieb (das obige Zitat ist aus einem Auszug), und er fügte hinzu, dass er nie gehört habe, dass der Bericht in Frage gestellt sei".

Einige Tage, ehe ich diesen Brief mit dem Angeführten erhielt, hatte mich die Erinnerung an eine Bemerkung, die ich mehrere Jahre zuvor in Bezug auf Hunde gehört hatte, dazu veranlasst, Nachfrage zu halten, ob sie einen analogen Beweis lieferten. Es fiel mir ein, dass ein Freund, Mr. Fookes in Fairfild, Pewsey, Wiltshire, welcher häufig Schiedsrichter auf landwirtschaftlichen Ausstellungen ist, mir vielleicht Auskunft erteilen könnte. Eine Anfrage bei ihm brachte mir verschiedene bestätigende Berichte. Von Jernand, „der lange Jahre Hundezucht getrieben hatte", erfuhr er, dass —

„es eine wohlbekannte und anerkannte Thatsache sei, dass, wenn eine Hündin zweimal geworfen hat von zwei verschiedenen Männchen, die Merkmale des ersten Vaters mit Sicherheit bei allen folgenden Jungen zum Vorschein kommen werden, mag auch der spätere ein Hund reinster Rasse sein."

1) A Text book of Human Physiology. By Austin Flint MD., LL. D. Fourth edition. New-York, D. Appleton & Co., 1888, p. 797.

Nach diesem Zeugnis fährt Mr. Fookes fort selbstgekannte Beispiele anzuführen.

„Ein Freund von mir hier in der Nähe hatte eine sehr wertvolle Dachshündin, die unglücklicherweise einen Wurf von einem verlaufenen Schäferhund hatte. Im folgenden Jahre schickte sie ihr Eigentümer auf Besuch zu einem rasseechten Dachshund, aber die geworfenen Jungen hatten gerade so viel vom ersten Vater wie vom zweiten, und im folgenden Jahre, als er sie mit einem andern Dachshunde zusammengebracht hatte, zeigte sich das gleiche Resultat. Ein anderer Fall: — Einer meiner Freunde in Devizes hatte einen Wurf junger Hunde, ohne Zuthun, von einer echten Wachtelhündin mit einem Vorstehhund, und nachher hatte sie nie wieder reine Wachtelhunde, gleichgiltig welcher Art der Vater war.“

Diese weiteren Belege, denen Mr. Fookes später noch andere hinzugefügt hat, machen die Hauptschlussfolgerung unbestreitbar. Aus weit voneinander liegenden Orten kommend, von Leuten, die keine Theorie zu verteidigen haben und die zum Teil selbst von der unerwarteten Erscheinung überrascht sind, muss die Uebereinstimmung jeden Zweifel beseitigen. Bei viererlei Säugetieren, die sehr verschieden untereinander sind, — Mensch, Pferd, Hund und Schwein — haben wir diese scheinbar anormale Art der Vererbung, die unter gleichen Bedingungen zur Erscheinung kommt. Wir müssen es als erwiesene Thatsache ansehen, dass während der Schwangerschaft vom Vater herrührende Züge der Leibesbeschaffenheit Wirkungen auf die Konstitution der Mutter ausüben, und dass diese überkommenen Züge durch sie auf die nachfolgende Nachkommenschaft übertragen werden. Wir haben also hier eine absolute Widerlegung der Prof. Weismann'schen Lehre, dass die reproduktiven Zellen unabhängig und unbeeinflusst von den somatischen Zellen seien, und hiermit verschwindet vollständig das von ihm behauptete Hindernis für die Vererbung erworbener Eigenschaften.

Ungeachtet der Erfahrungen, die mir die Nutzlosigkeit von Kontroversen zur Feststellung der Wahrheit beweisen, bin ich doch versucht, den Gegnern ausführlicher zu antworten. Aber selbst wenn ich genügenden Raum hierzu hätte, wäre ich doch durch den Mangel an Zeit und Gesundheit gezwungen, mich kurz zu fassen. Ich muss mich begnügen einige Punkte hervorzuheben, die mich sehr nahe angehen.

Herr Wallace sagt, indem er sich auf mein Argument inbetreff des Unterscheidungsvermögens des Tastsinns bezieht, dass ich

„ein glänzendes Beispiel dafür sei, wie man das Unwichtige an Stelle des Wichtigen setzen könne und Schlüsse ziehe aus einer einzelnen und vollkommen ungenügenden Betrachtung der Erscheinungen. Denn dieses „Unterscheidungsvermögen des Tastsinns“, das allein von Herrn Spencer in Betracht gezogen wird, bildet den wenigst wichtigen

und vermutlich nur beiläufigen Teil des großen Lebensphänomens der Hautempfindlichkeit, die zugleich Wache und Schutz für den Organismus gegen drohende äußere Gefahren ist" (Fortnightly Review, April 1893, p. 497).

Hier nimmt Herr Wallace als selbstverständlich an, dass das Unterscheidungsvermögen des Tastsinns der natürlichen Zuchtwahl zu verdanken ist, und er nimmt ferner an, dass dies von mir zugegeben werde. Er setzt voraus, dass es nur die ungleiche Verteilung der Hautempfindlichkeit sei, die ich als nicht durch die natürliche Zuchtwahl entstanden bestreite. Aber ich bestreite, dass sowohl die allgemeine Empfindlichkeit als die spezielle durch natürliche Zuchtwahl entstanden sei; und ich habe vor Jahren meinen ersten Zweifel gerechtfertigt, wie ich kürzlich den zweiten gerechtfertigt habe. In den „Factors of Organic Evolution" p. 66—70 habe ich verschiedene Gründe dafür angegeben, um zu beweisen, dass die Entwicklung des Nervensystems nicht durch das Ueberleben des Geeignetsten vor sich gegangen ist, sondern dass sie den direkten Wirkungen des Verkehrs der Oberfläche mit der Umgebung zuzuschreiben ist, und dass nur auf diese Weise die merkwürdige Thatsache erklärt werden kann, dass die Nervencentren ursprünglich außen gelegen waren und mit der Entwicklung sich nach innen gewandt haben. Diese Folgerungen habe ich in dem von Herrn Wallace besprochenen Aufsatz durch den Beweis gestützt, den blinde Knaben und geübte Setzer liefern; eine Bestätigung dafür, dass vermehrte Nervenentwicklung von der Peripherie ihren Ausgang nimmt. Herrn Wallace's Ansicht, dass die Hautempfindlichkeit durch natürliche Zuchtwahl entstanden sei, wird nicht durch eine einzige Thatsache gestützt. Er nimmt an, dass sie so entstanden sein müsse, weil sie überaus wichtig für die Selbsterhaltung gewesen sei. Meine Ansicht, dass sie direkt aus dem Verkehr mit der Umgebung hervorgegangen sei, wird durch Thatsachen unterstützt, und ich habe Beweise gebracht, dass die angeführte Ursache noch wirksam ist. Kann man von mir verlangen, dass ich meine eigene begründete Ansicht aufgebe und die nicht begründete Ansicht des Herrn Wallace annehme? Ich glaube nicht.

Professor Lankester schreibt in Nature vom 3. Febr. 1893, indem er sich auf meine Schlussfolgerung betreffs der blinden Höhlentiere bezieht:

„Herr Spencer zeigt, dass die Ersparnis von wägbarem Stoff durch Unterdrückung eines Auges nur sehr gering ist; aber er übersieht die Thatsache, dass möglicher oder selbst wahrscheinlicher Weise die Ersparnis für den Organismus durch die Reduktion eines Auges auf ein rudimentäres Stadium nicht nach der Masse allein zu messen ist, sondern auch nach der Nichtabgabe besonderer Materialien und besonderer Thätigkeiten, die in Betracht kommen, wenn es sich um

Erzeugung eines so besondern und ausgearbeiteten Organs handelt, wie es das Vertebratenauge ist."

Es scheint mir, als ob hier eine Vermutung an Stelle einer Thatsache treten solle. Mit demselben Recht könnte ich sagen, dass möglicher oder selbst wahrscheinlicher Weise das Vertebratenauge in physiologischer Beziehung billig sei: da nämlich sein optischer Teil, der fast seine ganze Masse ausmacht, aus untergeordnetem Gewebe besteht. Es spricht in der That viel dafür, es für physiologisch billig zu halten. Wenn man bedenkt, wie enorm groß relativ die Augen eines eben aus dem Ei geschlüpften Fisches sind — Augen, an denen Kopf und Körper nur als Anhang erscheinen, und wenn man sich vorstellt, dass jedes Ei das Material für solch ein Paar Augen enthält, dann sieht man ein, dass das Augenmaterial einen sehr beträchtlichen Teil des Fischrogens ausmachen muss, und dass, da der weibliche Fisch jedes Jahr diese Quantität liefert, es nicht kostspielig sein kann. Mein Argument gegen Weismann wird durch diese Thatsachen eher unterstützt als entkräftet.

Prof. Lankester lenkt meine Aufmerksamkeit auf seine Hypothese, die in der Encyclopaedia Brittanica veröffentlicht ist und sich auf die Entstehung blinder Höhlentiere bezieht. Er meint, sie sei „vollkommen erklärt durch natürliche Zuchtwahl, die auf angeborene zufällige Variationen einwirke. Viele Tiere kommen auf diese Art mit verdrehten oder defekten Augen zur Welt, deren Eltern nicht genötigt waren, ihre Augen besondern Bedingungen anzupassen. Nehmen wir an, eine Anzahl irgend einer Species von Gliedertieren oder Fischen würde in eine Höhle geschwemmt oder von einer geringeren zu einer größeren Tiefe im Meer gezogen, so würden diejenigen Tiere mit guten Augen dem Lichtschein folgen und sich möglicherweise nach außen oder in geringere Tiefen retten, während die mit mangelhaften Augen zurückblieben und am dunkeln Ort sich vermehrten. So würde eine natürliche Zuchtwahl in aufeinanderfolgenden Generationen bewirkt werden."

Zunächst nehme ich Anstand an dem Ausdruck „viele Tiere". Unter den abnormen Verhältnissen der Zähmung mögen mangelhafte Augen nicht sehr selten sein; aber ihr Vorkommen unter natürlichen Bedingungen ist meines Erachtens äußerst selten. Zugegeben jedoch, dass in einem Schwarm junger Fische einige mit wirklich defekten Augen wären. Was wird geschehen? Sehen können ist für den jungen Fisch von größter Wichtigkeit, sowohl in Bezug auf seine Nahrung als auch, um seinen Feinden aus dem Weg zu gehen. Dies kann man aus der obenerwähnten enormen Entwicklung der Augen entnehmen. Bedenkt man, dass von der ungeheuern Menge ausgebrüteter junger Fische mit vollkommen guten Augen nicht einer von hundert zur Reife gelangt, wie viel Aussicht leben zu bleiben würden diejenigen mit

schlechten Augen haben? Unzweifelhaft würden sie verhungern oder von andern verspeist werden. Daraus folgt, dass die Aussichten, dass ein reifer oder teilweise reifer halbblinder Fisch oder vielmehr zwei, Männchen und Weibchen, in eine Höhle geschwemmt und zurückgelassen würden, eine äußerst geringe ist. Noch viel geringer müssen die Aussichten in Bezug auf den Bachkrebs sein. Da diese unter Steinen und in Spalten Schutz suchen und in Höhlen, die sie sich an den Dämmen machen, und da sie sich mit ihren Scheeren an Kraut oder Stengeln anklammern können, so scheint es kaum möglich, dass irgend welche durch die Flut in eine Höhle geschwemmt werden können. Wie groß ist da die Wahrscheinlichkeit, dass zwei nahezu blinde unter ihnen seien und dass sie auf diese Art fortgetrieben würden! Und nach dieser ersten großen Unwahrscheinlichkeit zeigt sich eine zweite, die man fast eine Unmöglichkeit nennen kann. Wie könnten Geschöpfe, die einem so gewaltsamen Wechsel ihres Aufenthalts unterworfen sind, weiter leben? Unzweifelhaft würde der Tod schnell eintreten unter so vollkommen andern Verhältnissen und Lebensbedingungen. Die Existenz dieser blinden Höhlentiere kann man nur so erklären, dass man annimmt, dass ihre frühen Vorfahren angefangen hatten Streifzüge in die Höhle zu machen und dass sie, da dieselben von Vorteil für sie waren, dieselben ausdehnten von einer Generation zur andern, immer tiefer eindrangen und allmählich sich den Verhältnissen anpassten.

Diese Ansicht finde ich durch Herrn A. S. Packart bestätigt sowohl in seiner sorgfältigen Monographie über die „Höhlenfauna von Nordamerika etc.“ als auch in seinem im „American Naturalist“ Sept. 1888 veröffentlichten Aufsatz; denn da erwähnt er „Abarten von *Pseudotremia cavernarum* und *Momocerus plumbeus*, die er am Eingang von Höhlen bei teilweisem Tageslicht gefunden habe“. Die von Herrn Packart zusammengetragenen Thatsachen liefern eine viel vollständigere Antwort auf Herrn Lankester's Ansichten, als die oben angegebenen, wie z. B. die „Blindheit der *Neotama* oder der Waldratte aus der Mammuthhöhle“. Es scheint, dass es da auch „Höhlenkäfer mit oder ohne rudimentäre Augen“ gibt und „augenlose Spinnen“ und Tausendfüße. Und da gibt es Insekten, wie einige Species von *Anophthalmus* und *Adelops*, an „deren Larven keine Spur von Augen und optischen Nerven noch lobi optici“ zu finden sind. Diese Beispiele können nicht dadurch erklärt werden, dass man sie als eine Folge eines Wassersturzes betrachtet, der die frühen Vorfahren dahin gebracht hat, die dann ihren Weg nicht herausfanden; ebensowenig kann man andere dadurch erklären, dass man einen Luftstrom annimmt, der etwas derartiges verursacht habe.

Die erste Differenz zwischen Dr. Romanes und mir betrifft die Interpretation von „Panmixie“. Schon in einem vorhergehenden Ab-

schnitt habe ich diese Frage ausführlich behandelt, indem ich zu beweisen suchte, dass, wenn sie selbst anders aufgefasst würde, als ich sie erkläre, dennoch keine solchen Wirkungen entstehen könnten, als ihr zugeschrieben werden. Hier will ich nur noch hinzufügen, dass man klarere Vorstellungen von diesen Dingen bekäme, wenn man die betreffenden physiologischen Vorgänge mehr in den Vordergrund brächte, statt mit abstrakten Vorstellungen zu theoretisieren. Außer der Entstehung von Veränderungen in der Größe der Teile durch die Auswahl zufällig entstandener Variationen kann ich nur noch eine andere Ursache für die Entstehung derselben erkennen — die Konkurrenz der Teile um die Nahrung. Dieselbe hat die Wirkung, dass thätige Teile gut versorgt werden und wachsen, während unthätige Teile schlecht versorgt werden und schwinden [1]).

Diese Konkurrenz ist die Ursache von der „Oekonomie des Wachstums", dies ist die Ursache für die Abnahme durch Nichtgebrauch, und dies ist die einzig denkbare Ursache für jene Abnahme, von welcher Dr. Romanes bestreitet, dass sie dem Aufhören der Auswahl folge.

Und nun möchte ich noch, ehe ich diesen Gegenstand verlasse, die sonderbare Behauptung erwähnen, die von denen verteidigt wird, die das Schwinden der Organe durch Nichtgebrauch leugnen. Ihre Behauptung geht darauf hinaus, dass hundert Generationen hindurch ein Organ sein Leben lang teilweise des Bluts beraubt werden könne und dennoch in der hundertsten Generation in der gleichen Größe wie in der ersten erzeugt werde.

Es ist noch eine andere Stelle in Dr. Romanes' Kritik, die den Widerspruch herausfordert, diejenige, die den Einfluss eines früheren Erzeugers betrifft. Er bringt vor, was, wie er glaubt, Weismann als Erwiederung auf mein Argument sagen werde. „Zunächst wird er die Thatsache in Frage stellen." Nun ich denke, nach den mehrfachen oben angeführten Beweisen wird er dies kaum thun, es müsste denn sein, dass er mit der Geneigtheit, Schlüsse zu ziehen aus Dingen, „die man sich leicht vorstellen könne", die Abneigung verbände, Beweise anzunehmen, die schwer zu bezweifeln sind. Zweitens legt er ihm die Antwort unter, „das Keimplasma des ersten Erzeugers habe sich in irgend einer Weise zum Teil mit demjenigen des unreifen Eies vermischt", und Dr. Romanes fährt fort zu schildern, wie viele Millionen von Spermatozoen und „Tausende von Millionen der in ihnen enthaltenen Iden" in der Umgebung der Ovarien sein mögen, welchen diese sekundären Wirkungen zuzuschreiben wären. Aber einerseits erklärt er nicht, warum in solchen Fällen jedes folgende Ei nicht von den anwesenden Spermazellen oder dem in ihnen enthaltenen Keimplasma befruchtet werde, so dass jede folgende Befruchtung überflüssig

1) Siehe „Social Organism" in Westminster Review, Jan. 1860; auch „Principles of Sociology" § 247.

würde; andererseits erklärt er nicht, warum, wenn dies nicht zutrifft, die Kraft des zurückbleibenden Keimplasmas nichtsdestoweniger so weit reicht, um nicht bloß den nächsten Sprößling, sondern die ganze folgende Nachkommenschaft zu beeinflussen. Die Unmöglichkeit dieser beiden Folgerungen würde, wie ich meine, die ganze Voraussetzung abthun, selbst wenn wir nicht täglich zahlreiche Beweise dafür hätten, dass die Oberfläche eines Säugetiereies nicht mit Sperma beladen ist. Die dritte Antwort, welche Dr. Romanes gibt, ist die Unbegreiflichkeit des Vorgangs, durch welchen das Keimplasma eines früheren Gatten die Konstitution des Weibchens und ihrer späteren Nachkommenschaft beeinflusst. Dem gegenüber frage ich, warum er glaubt, dass Darwin's Erklärung der Vererbung durch „Pangenese“ die einzige zulässige Erklärung wäre, die derjenigen von Weismann vorgehe, und warum er gerade mir diese Schwierigkeiten weitläufig auseinandersetzt, da er doch meine eigene Hypothese der physiologischen Einheiten nicht kennt. Darwin's Hypothese der Pangenesis besagt nicht nur, dass die Fortpflanzungszellen zahlreiche Sorten von Gemmulae enthalten, welche von verschiedenen Organen herstammen, sondern auch, dass die Zahlen dieser Gemmulae zu einander einigermaßen in demselben Verhältnis stehen müssen wie die Organe, von denen sie stammen, in Bezug auf ihre Größenverhältnisse. Die Annahme setzt viele verschiedene Arten voraus, deren Zahlen sehr viele verschiedene Verhältnisse haben. Ich fand die Schwierigkeit darin, dass für die Uebertragung des Einflusses eines frühern Männchens von dem wachsenden Fötus auf die Mutter nicht bloß die Uebertragung der verschiedenen Arten von Gemmulae, welche von ihm stammen, sondern auch die Unveränderlichkeit ihrer numerischen Verhältnisse vorausgesetzt werden müsste, und dass außerdem diese Gemmulae, nachdem sie sich in dem mütterlichen Organismus verteilt haben, in ebendenselben Verhältnissen auf die nachher gebildeten Eier übertragen werden müssten. Keine dieser Schwierigkeiten entsteht, wenn die Einheiten, welche erbliche Charaktereigenschaften übertragen, nur von einer Art sind. Warum glaubt er, dass ich meine eigene Hypothese verlasse und die von Darwin annehme, wodurch ich mir doch Schwierigkeiten bereiten würde, welche meine eigene Hypothese vermeidet?

Hier muss ich schließen. Ich wurde in der That veranlasst für kurze Zeit meine eigentliche Arbeit zu unterbrechen durch das Bewusstsein der außerordentlichen Wichtigkeit der vorliegenden Frage. Wie ich schon früher behauptet habe: die Frage, ob erworbene Charaktereigenschaften vererbt werden oder nicht, lässt eine vollkommen begründete Beantwortung zu, nicht nur in der Biologie und Psychologie, sondern auch für Erziehung, Ethik und Politik.

Die bibliographische Reform.

Von Dr. **Herbert Haviland Field.**

Unter den vielen Fragen, welche in letzter Zeit die biologische Welt interessieren, ist wohl keine andere von so tiefgreifender Bedeutung für die Zukunft unserer Wissenschaft als diejenige der bibliographischen Reform. In der That wird das Bedürfnis nach einer besseren Organisation der Bibliographie bereits so allgemein empfunden, dass ich gar nicht darauf einzugehen brauche; ich werde mich darauf beschränken, ein bestimmtes System kurz zu schildern, welches, wie mir scheint, die Litteratur weitaus zugänglicher machen würde. Dasselbe ist schon an andrer Stelle befürwortet worden und zählt bereits eine nicht unbeträchtliche Zahl von Anhängern fast aller Länder. Um das Ziel einer Reform womöglich zu erreichen, ist neuerdings in Russland ein Komité gewählt und in Frankreich die Wahl eines solchen vorbereitet worden, die ihrerseits der event. Bildung einer entsprechend zusammengesetzten internationalen Kommission entgegensehen. Es wird ferner beabsichtigt, den Gegenstand im nächstjährigen Kongress zu Leiden zur Diskussion zu bringen. Durch ein Missverständnis sind bis jetzt in Amerika keine bestimmten derartigen Beschlüsse gefasst worden, obwohl die Bewegung eigentlich daselbst ihren Ursprung hatte.

Die Reform, welche mich persönlich am meisten anspricht, besteht zunächst darin, dass man ein internationales Zentralbüreau errichtet, welches die nächsten Aufgaben der Litteraturverarbeitung besorgen würde. Dieses Zentralbüreau wäre in der Nähe der größeren zoologischen Bibliotheken zu begründen (London, Neapel), so dass sämtliche oder wenigstens die Mehrzahl der Publikationen den Bibliographen zugänglich sein würden. Allein es wäre zu hoffen, dass die Autoren vielfach Separatabdrücke ihrer Abhandlungen einsenden würden. Diese Sitte würde wenigstens viel verbreiteter als jetzt werden und die Arbeit der Bibliographen bedeutend erleichtern.

Die erste Aufgabe des bibliographischen Büreaus würde darin bestehen, vollständige Listen von sämtlichen neuen Publikationen anzulegen. Sobald eine solche Liste die Länge eines Druckbogens erreicht hätte, würde sie in zwei verschiedenen Formen gedruckt werden. Die eine Form würde eine einfache Broschüre, etwa wie der bibliographische Teil des Zoologischen Anzeigers, darstellen. Für die andere Form würde man sich eines stärkeren Papiers bedienen und die Titel durch große Intervalle getrennt drucken lassen. Solche nur auf einer Seite bedruckten Blätter würde man dann den einzelnen Titeln entsprechend zu kleinen Zetteln aufschneiden, die zum Zwecke einer weiteren Verarbeitung der Litteratur Verwendung finden würden.

Während der Herstellung genannter bibliographischer Listen würde es ferner Aufgabe der Bibliographen sein, die einzelnen Publikationen

rasch durchzumustern, um für jede Abhandlung die Gegenstände genau angeben zu können, welche in derselben behandelt werden. Diese Bestimmung würde nun einen doppelten Zweck erfüllen. Erstens ist sie eine nahezu unentbehrliche Vorarbeit für die Herstellung der von verschiedenen Spezialisten auszuarbeitenden Referate, und zwar könnte man jedesmal den betreffenden Referenten sofort einfach durch Zusendung der in sein Fach einschlagenden Titel benachrichtigen. Zweitens würde man die gedruckten Zettel nach und nach zu einem permanenten Zettelkatalog sammeln und klassifizieren. Da die Zettel gedruckt sind und folglich sich unbegrenzt vervielfältigen lassen, so könnte man ganz ähnliche Kataloge in anderen zoologischen Zentren begründen, wobei das Zentralbureau die Zettel nebst Inhalt und Anmerkungen liefern würde. In ganz analoger Weise könnte man nun ferner dem einzelnen Forscher Teile des Kataloges liefern oder aber spezielle Auskünfte geben, was uns endlich zu der wichtigsten Leistung des bibliographischen Büreaus führt. Sie besteht darin, dass das Büreau jeden Abonnenten sofort durch Zusendung des betreffenden Zettels jedesmal benachrichtigt, dass eine sein spezielles Gebiet behandelnde Arbeit veröffentlicht worden ist. Dies ist es gerade, was jeder Forscher gerne erfahren möchte, allein zugleich ist es eine Aufgabe, welche keine der jetzt erscheinenden bibliographischen Publikationen befriedigen kann.

Betrachten wir einen speziellen Fall! Will zum Beispiel ein Beobachter, welcher sich mit einer kleinen Gruppe, wie meinetwegen den Pycnogoniden beschäftigt, sicher sein, dass ihm keine für seine Studien wichtige Beobachtung entgeht, so genügt es offenbar nicht, wenn er auch jedes im Anzeiger für die Pycnogoniden angeführte Werk durchliest. Im Gegenteil, seine Bibliographie — und die ist es eben, welche die ihn thatsächlich angehenden Abhandlungen enthält — weist eine bunte Menge von Arbeiten auf — wie z. B.: Ueber die Mundteile der Arachniden; Studien über die Anatomie von *Epeira* etc. — die auf den ersten Blick überhaupt keine Beziehung zum Gegenstand seiner Untersuchungen zu haben scheinen.

Um ein Beispiel aus meinen eigenen Erfahrungen anzuführen, werde ich eine, allerdings unvollkommene, Bibliographie der Frage nach der Entstehung des Wolff'schen Ganges folgen lassen, so wie sie sich vor den modernen Untersuchungen gestaltete:

His, Die Häute und Höhlen des Körpers;
His, Beobachtungen über den Bau des Säugetiereierstockes;
His, Untersuchungen über die 1. Anlage des Wirbeltierleibes;
His, Unsere Körperform;
Dursy, Der Primitivstreif;
Waldeyer, Eierstock und Ei;
Hensen, Bemerkungen über die Lymphe;
Hensen, Embryologische Mitteilungen;
Hensen, Beobachtungen über die Befruchtung und Entwicklung des Meerschweinchens.

Eine vortreffliche Besprechung dieses Gegenstandes befindet sich endlich in Eisig, Monographie der Capitelliden.

Kann es uns da Wunder nehmen, dass eine erschöpfende Kenntnis der Litteratur selbst eines sehr engen Gebietes eine große Seltenheit ist?

Nach der hier empfohlenen Organisation wird dies alles einfach dem Zentralbüreau überlassen. Ein sehr oberflächliches Durchblättern obiger Werke hätte in fast jedem Falle die Nebenbeobachtungen ans Licht gebracht. Diese Arbeit würde zunächst im Interesse des Referierens selber erforderlich sein; allein das Ergebnis derselben könnte man durch das Zettelsystem unter den dafür sich interessierenden Zoologen mit relativer Leichtigkeit verbreiten. Derjenige, der sich mit dem Exkretionssystem der Wirbeltiere beschäftigte, würde einfach auf die betreffenden Zettel abonnieren.

Was nun die Litteraturberichte resp. Referate betrifft, so werde ich mich sehr kurz fassen. Es ist nur zu bemerken, dass die Arbeit der Referenten durch die Thätigkeit des Zentralbüreaus nicht unwesentlich erleichtert wird. Von verschiedenen Seiten ist es ferner betont worden, dass man bei einem derartigen internationalen Unternehmen viel eher im Stande wäre, die aktive Unterstützung der Autoren selber zu gewinnen.

Es bleibt noch zu erwähnen, dass eine ganz analoge Einrichtung vor längerer Zeit getroffen worden ist und immer noch mit großem Erfolg funktioniert. Die „Mercantile Agency" von Herrn Dunn in New-York stellt sich die geradezu kolossale Aufgabe, einen vollständigen analytischen Katalog von amerikanischen Geschäftsfirmen zu führen. Unter jedem Namen wird der finanzielle Status etc. der betreffenden Firma nebst einer Menge kleiner Bemerkungen eingetragen, welche zusammen ein möglichst treues Bild von der jeweiligen geschäftlichen Stellung derselben liefern. Wenn man bedenkt, dass der ganze Wert dieses Katalogs von der nüchternen Schätzung einer ganzen Reihe von oftmals geheimgehaltenen Geschäftsverhältnissen abhängt, so kann man einen Begriff von dem Umfange des Unternehmens gewinnen. Jedesmal, wenn ein Abonnent nähere Auskunft über eine gewisse Firma wünscht, richtet er an das „Mercantile Bureau" eine schriftliche Anfrage, worauf er umgehend eine detaillierte Antwort bekommt.

Wer dieses Unternehmen kennt, der wird unser einfaches bibliographisches Bureau wenigstens nicht für gar zu phantastisch halten. Ich glaube vielmehr, dass dasselbe im Gegenteil wohl erreichbar ist. In jedem Falle, um mich der Worte eines hervorragenden Zoologen zu bedienen, ist irgend eine derartige Organisation eine Sache der ersten Wichtigkeit, nicht nur für die Zoologie, sondern für die Wissenschaft überhaupt.

Paris, Lab. de M. A. Milne-Edwards au Museum, 7. März 1894.

Verlag von Eduard Besold (Arthur Georgi) in Leipzig. — Druck der kgl. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark. Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIV. Band. **15. April 1894.** **Nr. 8.**

Inhalt: **Keller**, Fortschritte auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie und -biologie (Fortsetzung). — **Imhof**, Fauna hochgelegener Seen. — **Imhof**, Ueber das Vorkommen von Fischen in den Alpenseen der Schweiz. — **Zacharias**, Aus der biologischen Süßwasserstation am Gullsee in Minnesota. — **Pictet**, De l'emploi méthodique des basses températures en biologie. — Neunzehnte Versammlung des Deutschen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege zu Magdeburg.

Fortschritte auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie und -biologie.

Von Dr. **Robert Keller.**

(Fortsetzung.)

IV. Reizbarkeit der Pflanzen.

W. Pfeffer, Untersuchungen von Dr. Miyoshi betr. die chemotropischen Bewegungen von Pilzfäden. Berichte der math.-physik. Klasse der kgl. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften, S. 1—6.

J. Wiesner, Untersuchungen über den Einfluss der Lage auf die Gestalt der Pflanzenorgane. Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien. Math.-naturw. Kl., Bd. CI, Abt. I, S. 657—705, 1892.

Derselbe, Photometrische Untersuchungen auf pflanzenphysiologischem Gebiete. Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien. Math.-phys. Kl., Bd. CII, Abt I, S. 291—350, 1893.

H. Vöchting, Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Gestaltung und Anlage der Blüten. Pringsheim's Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, Bd. XXV, S. 1—60, 1893.

11) Freibewegliche Organismen vermögen durch chemische Reize Richtungsbewegungen auszuführen. Dass diese Eigenschaft auch Pflanzen zukommt, denen die freie Ortsbewegung fehlt, zeigen Versuche von Dr. Miyoshi mit *Mucor mucedo*, *Mucor stolonifer*, *Phycomyces nitens*, *Penicillium glaucum*, *Aspergillus niger*, *Saprolegnia ferax*.

Blätter, z. B. von *Tradescantia*, wurden mit der zu prüfenden Lösung injiziert und, nachdem sie gut abgespült waren, auf der Spaltöffnungen führenden Oberhaut mit Pilzsporen besäet. Uebte die injizierte

Flüssigkeit einen chemotropischen Reiz aus, dann drangen die sich entwickelnden auf der Oberhaut fortkriechenden Pilzfäden in die Spaltöffnungen ein, und zwar je in jene, in welchen und unter welchen die Reizstoffe in relativ höchster Konzentration geboten wurden. In andern Fällen erfolgte die Aussaat der Pilzsporen auf ein dünnes Collodiumhäutchen, welches durch Nadelstiche mit feinen Löchern versehen war. Dasselbe wurde mit der einen Seite mit der zu prüfenden Flüssigkeit oder auch mit Gelatine, die diese Stoffe enthielt, in Berührung gebracht.

Die Versuche ergaben, dass für die einzelne Art nicht ein einzelner Körper, sondern sehr verschiedene chemische Stoffe reizend wirken; dass ferner die verschiedenen Arten dem gleichen Stoff gegenüber gleich oder verschieden reagieren.

Neutrale Salze der Phosphorsäure und des Ammoniums erwiesen sich als besonders gute Reizstoffe, während z. B. KNO_3, $NaNO_3$, $Ca(NO_3)_2$, ferner KCl, NaCl, $CaCl_2$ keine Anlockung bewirkten, Stoffe, welche für Bakterien starke chemische Reize auslösen. Pepton, Asparagin und auch Traubenzucker vermögen ebenfalls chemisch zu reizen. Die hierzu nötige Stoffmenge ist natürlich nach der Natur des Stoffes und des Pilzes sehr verschieden. Während z. B. *Mucor* Traubenzucker gegenüber so empfindlich ist, dass eine deutliche Anlockung schon bei 0,01 % zu beobachten ist, übt eine 0,1 proz. Lösung des Körpers auf *Saprolegnia* einen kaum wahrnehmbaren Reiz aus. Erhöhung der Konzentration steigert die Reizwirkung. Lösungen von 2—10 % wirken auf Mucor am stärksten. Lässt man nun die Konzentrationen noch größer werden, dann werden die chemotropischen Bewegungen wieder schwächer. Eine 50 proz. Traubenzuckerlösung wirkt nicht mehr oder abstoßend; der Chemotropismus wird negativ. Zurückstoßende Wirkungen können auch solche Stoffe haben, durch welche eine merkliche Anziehung nicht zu erzielen war, so KNO_3, NaCl, aber auch freie Säuren oder Laugen, Alkohol.

Zur Ablenkung ist der Kontakt mit einer festen Unterlage nicht nötig. Auch dann tritt Chemotropismus ein, wenn zu den in homogener Gelatine eingebetteten Pilzfäden von einer Seite das Reizmittel durch Diffusion herantritt.

Voraussichtlich spielen auch beim Eindringen parasitischer Pilze ins Innere lebender Organismen chemische Reize eine wichtige Rolle. „Die in Rücksicht auf diese interessante biologische Frage begonnenen Untersuchungen ergaben u. a., dass die Hyphen von *Botrytis Bassiana* und *tenella*, diesen Parasiten der Seidenraupe, resp. des Maikäfers, in ähnlicher Weise durch chemische Reize ablenkbar sind und dass sie ferner Cellulosehäute durchbohren, aber nur dann, wenn unterhalb derselben ein anlockendes chemisches Reizmittel befindlich ist". —

12) Wie die Lage und Form pflanzlicher Organe mit der Richtung, welche dieselben an der Pflanze einnehmen, in ursächlichem Zusammen-

hang steht, so sind jene auch ursächliche Momente für die Gestalt der Organe. Hat man jene ersteren Beziehungen, die zu orthotropen (Hauptstamm der Bäume) oder plagiotropen (Blätter) Organen führen, nach dem Vorgange von Sachs „Anisotropie" genannt, so können wir die letztere Wechselbeziehung mit Wiesner als „Anisomorphie" bezeichnen. Man versteht also unter letzterer „jene Grundeigentümlichkeit der lebenden Pflanzensubstanz, der zufolge die verschiedenen Organe der Pflanze, je nach ihrer Lage zum Horizonte oder zur Abstammungsaxe die Fähigkeit haben, verschiedene typische Formen anzunehmen". Bei den Erscheinungsgebieten der Anisotropie und Anisomorphie liegen zwar die gleichen ursächlichen Momente zu Grunde; die schließlichen Effekte derselben sind aber verschieden.

Die Blätter einer grundständigen Blattrosette haben eine hemiorthotrope Lage, d. h. eine auf der Blattfläche senkrechte, durch den Mittelnerv gehende Ebene steht auf dem Horizonte senkrecht. Anderseits besitzen sie eine symmetrische Gestalt. Zwischen beiden ist ein kausaler Zusammenhang anzunehmen, und zwar aus folgenden Gründen. „Alle im Sinne der Vertikalen thätigen Kräfte, in erster Linie die Schwerkraft, und alle in diesem Sinne wirksamen Einflüsse, wie Beleuchtung und Erwärmung, endlich alle in diesem Sinne thätigen physikalischen Vorgänge, wie Wärmeausstrahlung, Verdunstung, Benetzung mit Wasser durch atmosphärische Niederschläge, beeinflussen die beiden Hälften jedes Blattes in gleicher Weise, und es ist wohl von vornherein der Gedanke kaum abzuweisen, dass dieses gesamte, nicht nur in der Ontogenese, sondern auch in der Phylogenese erhalten bleibende Verhältnis zur Symmetrie des Blattes führen muss".

Das analoge Abhängigkeitsverhältnis zwischen Lage und Gestalt kommt auch in anderen Fällen zum Ausdruck. Das Fiederblatt ist in der Regel hemiorthotrop. Sein Endblättchen ist symmetrisch. Sein Endblättchen muss aber bei hemiorthotropischer Lage des Blattes selbst hemiorthotrop liegen, während die Seitenblättchen klinotrop sind, d. h. die auf der Blattfläche senkrechte, durch den Mittelnerv gehende Ebene steht auf dem Horizonte schief. Die Seitenblättchen aber sind in der Regel durch asymmetrische Form ausgezeichnet. Es gibt aber auch Fiederblätter (wie z. B. von *Robinia*), deren Blättchen — End- und Seitenblättchen — symmetrisch sind. Den Grund hiervon dürfte nach Wiesner der Umstand sein, „dass dieselben periodische Bewegungen durchmachen, in welchen sie lange Zeit in vertikal aufwärts gerichteter Lage zubringen. In dieser Zeit kann aber eine Bevorzugung einer Blatthälfte nicht eintreten. Die ungleiche in der Zwischenzeit stattfindende Beeinflussung der Blatthälften ist wohl nur zu kurz, um eine nachweisliche Bevorzugung einer derselben zu ermöglichen". Dass die hemiorthotrope Lage die symmetrische Gestalt nicht bloß erhält,

sondern geradezu hervorruft ist, daraus zu schließen, dass das fertige Organ eine weitaus prägnanter erscheinende symmetrische Gestalt besitzt, als der Anlage zukam.

Klinotropisch gelagerte Blätter sind gewöhnlich asymmetrisch, sog. „Schiefblätter". Ein bekanntes Beispiel ist das Ulmenblatt. Der Spross, als Ganzes betrachtet, ist hemiorthotrop, die seitlichen Blätter klinotrop, insofern wenigstens der Spross nicht horizontal liegt. Das Endblatt aber, welches ähnlich dem Endblättchen eines gegliederten Blattes hemiorthotrope Lage hat, zeigt in verschiedener Weise die Tendenz zur symmetrischen Ausbildung, trotzdem es „entwicklungsgeschichtlich mit den seitlichen, asymmetrisch gewordenen Blättern übereinstimmt (indem bei früherem Abschluss des Sprosses jedes der Seitenblätter hätte zum Endblatt des Sprosses werden können)". Es ist also seine Gestalt zweifellos durch die Lage bestimmt. Für *Fagus* kann direkt nachgewiesen werden, dass das symmetrische Endblatt aus einer asymmetrischen Anlage unter dem Einfluss der hemiorthotropen Lage hervorging.

Geneigte Sprossaxen sind, wie durch viele Beobachtungen erwiesen ist, durch ungleiches Dickenwachstum ausgezeichnet. Die Förderung des Dickenwachstums ist nicht immer gleichseitig. Ist die Oberseite die stärker entwickelte, dann wird die Erscheinung als Epitrophie, im umgekehrten Falle dagegen als Hypotrophie bezeichnet. Ist nun auch die Beweisführung, dass ein wichtiger Faktor, der die Ungleichheit des Dickenwachstums bedingt, die Lage ist, noch nicht durchgeführt, so scheinen mir doch eine Reihe von Erfahrungen der Mitteilung wert, da sie unsere bisherigen Vorstellungen teils korrigieren, teils präzisieren.

Aus vielen Untersuchungen ergibt sich, dass die geneigten Stämme der Coniferen unter normalen Verhältnissen einen hypotrophen Holzkörper besitzen. Es scheint, dass zwischen dem ungleichen Dickenwachstum geneigter Sprosse und der sog. Anisophyllie, der Ungleichblätterigkeit in Folge der Lage, eine gewisse Korrelation besteht. An Laubhölzern mit schwacher oder mangelnder Anisophyllie beobachtete Wiesner, dass die geneigten Sprosse anfänglich isotroph sind; später werden sie epitroph, um schließlich oft sehr stark hypotroph zu werden. Sind sie durch Anisophyllie ausgezeichnet, dann sind sie anfänglich hypotroph, darauf epitroph und schließlich wieder hypotroph. Indem Wiesner selbst auf die Schwierigkeiten hinweist, die einer Erklärung dieser Beobachtungen sich entgegenstellen, betont er, „dass die unmittelbar durch die Lage gegen den Horizont gegebenen Verhältnisse der ungleichen Wirkung der Schwerkraft, der Beleuchtung, der Feuchtigkeit etc. die betreffenden Erscheinungen noch nicht vollständig zu erklären vermögen, sondern auch die Beziehungen des betreffenden Sprosses zu seiner Abstammungsaxe zu erwägen sind. Es geht dies

schon aus den bis jetzt angestellten Experimentaluntersuchungen hervor, denen zufolge eine Umkehrung des Sprosses keine vollständige Umkehrung des einseitigen Dickenwachstums bewirkt. Beachtet man den Einsatz eines geneigten Sprosses in die Abstammungsaxe, so erkennt man sofort, dass die Kontinuität der Rinde an der Außenseite, d. i. an der von dem Hauptstamm abgewendeten Seite des Seitensprosses (bei geneigten Sprossen ist dieselbe die Unterseite) keine Unterbrechung erfährt, während an der Innenseite des Seitensprosses die Rinde in der Richtung von oben nach unten abgebrochen erscheint. Dies muss bewirken, dass die plastischen Stoffe nicht in gleichem Maße der Ober- und Unterseite der Sprossaxe zugeführt werden".

Die Lage übt ferner einen bestimmten Einfluss auf die Förderung der Axillarmassen. Bald sind diese epitrophisch, bald hypotrophisch.

Bezüglich der Entwicklung der Adventivknospen beobachtet man, dass sie an der Oberseite der Sprosse sich reichlicher entwickeln als an der Unterseite. Es ist diese Ungleichheit wieder als Wirkung der Lage zu bezeichnen. Als weitere Beispiele der Einwirkung der Lage auf die Gestaltung erwähnt Wiesner die Epi- und Hypotrophie sowie die Amphitrophie der Sprosse und endlich die Anisophyllie. Sie wird bedingt durch die Lage des Organes zum Horizonte. „Offenbar hat das Licht einen großen Einfluss auf das Zustandekommen der Anisophyllie. Die obern Blätter sind anderen Beleuchtungsverhältnissen ausgesetzt als die untern. Zu den ungleichen Wirkungen des Lichtes gehört als eine der anschaulichsten das schwache Etiolement, welchem die Blattstiele der untern Blätter unterworfen sind, welches dahin führt, die *Lamina* der untern Blätter so weit vorzuschieben, bis sie nicht mehr im Schatten der oberen Blätter gelegen sind".

„Auch die atmosphärischen Niederschläge wirken in verschiedenem Maße auf die oberen und unteren Blätter ein. An einem und demselben Blattpaare eines geneigten Sprosses wird das Wasser, welches sich in Form von Regen und Thau angesammelt hat, von dem obern Blatte rascher ablaufen als von dem untern. Infolge dessen ist das untere Blatt längere Zeit befeuchtet als das obere, wodurch das Wachstum des letzteren eine Begünstigung erfahren wird".

Doch nicht von der Lage zum Horizonte allein ist die Anisophyllie abhängig. Auch der Muttersprosse übt einen Einfluss auf die geneigten Seitensprosse aus. Wir beobachten, dass die vom Muttersprosse abgewandten Blätter größer sind als die gegenüberliegenden. Die Ursache hiervon ist wohl, wie Wiesner vermutet, darin zu suchen, dass die plastischen Stoffe nicht in gleichem Maße den beiden Teilen des Sprosses und damit den Blättern der beiden verschiedenen Lagen zugeführt werden. —

13) Photometrische Untersuchungen auf pflanzenphysiologischem Gebiete sind bislang nur in sehr beschränktem

Umfange angestellt worden. Wenn man sich auch der Einsicht, dass unter den klimatischen Faktoren vielleicht keinem eine ähnliche Bedeutung für das Pflanzenleben zukomme, wie dem Lichte, kaum verschloss, so verfolgte man die Beziehungen zwischen Lichtstärke und physiologischen Effekten doch nicht in der Weise, dass man zu einem objekten Maße der Lichtstärke zu kommen trachtete.

Wiesner betritt somit mit seiner ersten photometrischen Untersuchung „Orientierende Versuche über den Einfluss der sogenannten chemischen Lichtintensität auf den Gestaltungsprozess der Pflanzenorgane" ein Gebiet, das zweifellos des Interessanten uns eine Fülle bieten wird.

Der Gestaltungsprozess der Pflanze selbst wird im wesentlichen durch die starkbrechbaren Strahlen beherrscht, während die schwachbrechbaren die Umwandlung der organischen Stoffe in der Pflanze bestimmen. Die starkbrechenden Strahlen aber sind diejenigen, die gewöhnlich als die chemischen bezeichnet werden. Nicht, dass sie allein spezifisch chemisch wirkten, aber es kommt ihnen doch diese Leistung in besonderem Maße zu.

Eine treffliche Methode zur Messung der Intensität dieser chemischen Strahlen wurde von Bunsen-Roscoe angegeben, die nun auch Wiesner bei seinen Untersuchungen benutzt. Da sie auch bei Bestimmungen des photochemischen Klimas sehr leicht angewandt werden kann, da ihr ferner voraussichtlich in der weitern Entwicklung der Pflanzenphysiologie eine größere Bedeutung zukommen wird, geben wir sie genauer an. Aus der Intensität der Färbung eines photographischen Papieres, das der Lichtwirkung ausgesetzt wird, und aus der Zeitdauer der Einwirkung wird auf die Intensität des Lichtes geschlossen.

Das photographische Papier, das „Normalpapier" (Rives 8 Kilopapier) wird in einer 3proz. NaCl-Lösung während 5 Minuten untergetaucht und darauf vertikal hängend getrocknet. Das lufttrockene Papier lässt man auf einer 12proz. Lösung von $AgNO_3$ durch 2 Minuten schwimmen und trocknet es im Dunkeln.

Das Bunsen-Roscoe'sche Normalschwarz, mit welchem die Färbung des exponierten Normalpapieres verglichen werden muss, ist ein Gemenge von 1000 Gewichtsteilen chemisch-reinen ZnO mit 1 Teil bei Luftabschluss geglühten, von einer Terpentinölflamme gelieferten Ruß.

Nach Bunsen und Roscoe entsprechen gleichen Färbungen der im Lichte sich färbenden Normalpapiere gleiche Produkte aus Lichtintensität und Zeit. Als Maßeinheit der chemischen Lichtintensität wird eine Schwärzung des Normalpapieres angenommen, welche mit der Normalschwärze übereinstimmt und im Zeitraum einer Sekunde hervorgerufen wird.

Ueber die chemische Lichtintensität an verschiedenen Pflanzenstandorten wurden nun folgende vorläufige Ergebnisse gewonnen. „Am

30. März 1893 war im Wiener Augarten die chemische Intensität des gesamten Tageslichtes um 10 Uhr 45 Min. = 0,427. Am Südostrande eines dort befindlichen dichten, noch gänzlich unbelaubten, aus hochstämmigen Bäumen zusammengesetzten Rosskastanienbestandes herrschte aber im vollen Sonnenlichte gleichzeitig bloß eine Intensität = 0,299. Im Schatten eines Rosskastanienstammes betrug die Intensität nur 0,023".

Dass inmitten belaubter Holzgewächse die chemische Intensität besonders kleine Werte haben wird, liegt auf der Hand. Wiesner bestimmte z. B. im Schatten einer Fichte 1 m über dem Boden und 1 m von ihrer Peripherie entfernt eine chemische Intensität von nur 0,021, während dieselbe an der Sonne 0,666 betrug. Auch an andern wintergrünen Nadelbäumen war eine ähnliche Schwächung der starkbrechbaren Strahlen zu beobachten. „Dieser Umstand erklärt die Erscheinung, dass die Blattknospen der wintergrünen Coniferen in der Peripherie des Baumes gelegen sein müssen, damit die Nadeln zur normalen Entwicklung gelangen können". Ein ganz ähnliches Verhalten zeigen auch wintergrüne Laubgewächse, wie z. B. *Buxus*. Im Innern desselben betrug die chemische Intensität des Lichtes nur 0,017 bei einer Intensität des gesamten Tageslichtes von 0,518. „Die sommergrünen Holzgewächse befinden sich also dem Lichte gegenüber in ganz andern Verhältnissen, als die immergrünen, indem die Laubknospen in einer Zeit zur Entwicklung kommen, in welcher die Blätter des Vorjahres abgefallen sind, mithin die Laubknospen auch mitten in einer noch so reich entwickelten Krone zur Entfaltung gelangen können". Immerhin zeigt sich auch hier das Bestreben, den Knospen eine bevorzugte Lichtstellung zugeben, da auch innerhalb des laublosen Geästes eine Schwächung des chemisch-wirksamen Lichtes stattfindet. Bedeutend ist sie in einem belaubten Bestand. So betrug die chemische Intensität in einem Rosskastanienbestand an der Sonne 0,066, im Schatten 0,012, während die Intensität des gesamten Tageslichtes = 0,555 war.

Mit dem Wechsel des chemisch-wirksamen Lichtes, der durch den Wechsel der Belaubung der Holzgewächse bedingt wird, hängt die Art der krautigen und Strauchvegetation des Waldes und der Auen auf das Innigste zusammen. Dass den Buchen-, Eichen- und Fichtenwäldern u. s. f. charakteristische Begleitpflanzen zukommen, ist ein bekanntes Ergebnis der Studien über die Vegetationsformationen. Dieses wechselseitige Verhältnis zwischen Schirmbäumen und Begleitpflanzen wird zweifellos ganz wesentlich durch die in den verschiedenen Waldgattungen herrschenden chemischen Intensitäten bestimmt. Wir beobachten im Frühling z. B. in Auen, dass der größte Teil des Unterholzes schon reich beblättert ist, während die Bäume zumeist noch kahl sind. „Die lichtbedürftige Kraut- und Strauchvegetation des Waldes muss vor der Belaubung der Bäume zur Laubentwicklung ge-

langen, und nur solches Unterholz, bezw. solche Kräuter und Stauden, deren Laubentwicklung auch bei schwachem Lichte sich zu vollziehen vermag (z. B. *Cornus sanguinea*), können ihre Blattentfaltung verzögern und bis über die Zeit der Belaubung der Bäume hinausschieben". So liegt in dem Einfluss der Intensität des chemisch wirksamen Lichtes auf die Blattentwicklung die Erklärung für die Erscheinung, dass der Laubwald eine reichere Flora krautiger und strauchiger Pflanzen birgt als der Nadelwald.

Ueber den Einfluss der chemischen Lichtintensität auf Wachstum und Gestalt der Blätter und Stengel legt Wiesner folgende Versuchsergebnisse vor.

Samen von *Vicia sativa* wurden in 3 Töpfe ausgesät. Der eine kam unter eine farblose Glasglocke. Die mittlere maximale chemische Intensität betrug 0,0156. Der andere Topf kam unter eine mit schwefelsaurem Kupferoxydammoniak gefüllte Senebier'sche Glocke. Die mittlere maximale chemische Lichtintensität betrug hier 0,0061. Der 3. Topf wurde unter einen undurchsichtigen Recipienten gebracht. Der Versuch führte zu folgenden Ergebnis:

	Durchschnittliche Länge der Pflanzen	Mittel des Internodiums	Maximallänge des gemeinschaftlichen Blattstieles	Größte Länge des Fiederblättchens	Größte Breite des Fiederblättchens
Hell . .	141 mm	23,5 mm	15 mm	11 mm	3,8 mm
Blau . .	155 „	26 „	9 „	10 „	2,8 „
Dunkel .	185 „	31 „	7 „	6 „	2,1 „

„Mit steigender Intensität des chemischen Lichtes fällt also bei *Vicia sativa* — unter gleichen Verhältnissen der Temperatur und Luftfeuchtigkeit — das Wachstum der Stengel und steigt das Wachstum der Blätter".

In einer 2. Versuchsreihe wurde die Lichtstärke bestimmt, bei der unter natürlichen Verhältnissen das Wachstum des Würzelchens von *Viscum album* stattfindet.

Mittel der täglichen maximalen chemischen Lichtintensitäten	Zahl der keimenden Samen	Mittlere Länge des Hypocotyls von den bereits im ersten Keimstadium befindlich gewesenen Samen
0,142	42 %	5,1 mm
0,024	25 „	3,2 „
0,015	5 „	2,8 „
0,0013	0 „	2 „

Während also zum Hervorbrechen des Würzelchens eine mittlere tägliche chemische Lichtintensität erforderlich ist, die nicht unter 0,015 gelegen ist, entwickeln sich die schon ausgekeimten Samen bei viel geringern Lichtintensitäten weiter. Mit der Abnahme der chemischen Lichtintensität nimmt die Wachstumsgeschwindigkeit des Hypocotyls kontinuierlich ab.

Mit *Sempervivum tectorum* ausgeführte Versuche ergaben, dass die chemische Lichtintensität von sehr wesentlichem Einfluss auf die Pflanzengestalt ist. Die Versuchspflanzen waren gleichalterig; sie wurden unter gleichen Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen gehalten.

Mittel der täglichen Maximalintensität:	Durchschnittliche Länge der Stengelglieder	Mittlere Breite der Blätter	Mittlere Länge der Blätter	Farbe der Blätter:
0,1201	0 mm	30 mm	15 mm	tiefgrün
0,0415	1,8 „	27 „	13 „	lebhaftgrün
0,0018	2,4 „	21 „	9 „	grünlich
0,0002	3,6 „	16 „	5,5 „	blassgrünlich
0	9,5 „	15 „	4,5 „	weiß

„Aus diesen Versuchen geht hervor, dass der normale Habitus dieser auf sonnige Standorte angewiesenen Pflanze nicht erst im Finstern, sondern schon bei einer relativ hohen chemischen Lichtintensität verloren geht, wobei die Pflanze bereits den etiolierten Charakter sowohl in der Ausbildung von entwickelten Stengelgliedern, als in der Verkleinerung der Blätter zur Schau trägt".

Steigerung der chemischen Lichtintensität führt übrigens nur innerhalb gewisser Grenzen eine stärkere Entwicklung der Blätter nach sich. Pflanzen, welche während eines Monates einer mittleren täglichen Maximalintensität von 0,305 ausgesetzt waren, entwickelten Blätter, deren durchschnittliche maximale Länge 26 mm, deren maximale Breite 13,5 mm war. Die korrespondierenden Werte betrugen bei einer Pflanze, die nur der Intensität 0,152 ausgesetzt war, 31 mm und 15 mm.

Auch die Blätter von *Scolopendrium* nehmen mit steigender Lichtintensität nur bis zu einer bestimmten Grenze zu, um von hier wieder abzunehmen.

Mittlere tägliche maximale Lichtintensität	Länge des Blattstieles	Länge der Spreite	Breite der Spreite
0,247	51 mm	152 mm	20 mm
0,083	83 „	228 „	25 „
0,007	85 „	122 „	15 „
0	99 „	76 „	11 „

Eine Reihe von Versuchen führte Wiesner mit Kartoffelkeimen aus. Dieselben ergaben zunächst, dass die Steigerung der Lichtintensität hemmend auf das Längenwachstum des Stengels einwirkt und dass selbst eine chemische Lichtintensität von außerordentlicher Kleinheit (0,0008) noch hemmen kann. Die Versuche ergaben ferner einen bestimmten Einfluss der chemischen Lichtintensität auf die Adventivwurzelentwicklung, wie folgende Zahlen lehren:

Mittel der täglichen Intensitätsmaxima	Zahl der gebildeten Internodien	Zahl der wurzelbildenden Internodien	Prozentisches Verhältnis
0,184	19	10	52
0,019	23	14	61
0,002	19	12	63
0	14	11	78

Mit der Abnahme der chemischen Lichtintensität nimmt die Entwicklung der Adventivwurzeln zu.

Wie die Versuche mit den Kartoffeltrieben, so lehrten auch jene mit *Phaseolus multiflorus*, dass niedere Lichtintensitäten weit empfindlicher auf die Stengel als auf die Blätter einwirken. Die Lichtintensität 0,0009 bewirkte eine Hemmung im Längenwachstum der epikotylen Glieder von 20%; das Längenwachstum der Blattfläche wurde dagegen nur um 10% gesteigert.

Bei den Versuchen mit dem Mais zeigte sich zunächst bezüglich des Stengels das bisherige Verhalten, Steigerung der chemischen Lichtintensität bewirkte eine Verzögerung des Längenwachstums. Das gleiche konnte aber auch für die Blätter, wie nachfolgende Zusammenstellungen zeigen, nachgewiesen werden.

Das Scheidenblatt hatte im Durchschnitte folgende Längen erreicht:

0,0712	Durchschnitt	des	täglichen	Maximums	48	mm
0,0080	„	„	„	„	51	„
0,0008	„	„	„	„	56	„
0	„	„	„	„	62	„

Unterstes Laubblatt:

Durchschnitt des täglichen Maximums der Lichtintensität	Länge der Scheide	Länge der Spreite	Breite
0,0712	70 mm	77 mm	18 mm
0,0080	99 „	80 „	16 „
0,0008	101 „	82 „	15 „
0	118 „	91 „	13 „

Nächstfolgendes Laubblatt:

0,0712	87 mm	155 mm	14 mm
0,0080	93 „	211 „	16 „
0,0008	96 „	214 „	15 „
0	115 „	238 „	17 „

Eigentümlich ist das Verhalten der Keimlinge der Fichte und Föhre, wie dasselbe aus folgender Zusammenstellung sich ergibt.

Mittlere maximale Lichtintensitäten	Durchschnittliche Länge der Hypokotyle der Fichte	Kotyledonen der Fichte	Durchschnittliche Länge der Hypokotyle der Föhre	Kotyledonen der Föhre
0,1370	34 mm	16 mm	40 mm	48 mm
0,0140	50 „	15 „	56 „	35 „
0,0025	58 „	17 „	60 „	28 „
0	70 „	18 „	69 „	24 „

Die Keimstengel der Fichte und Föhre zeigen das gleiche Verhalten, wie wir es bisher konstatieren konnten, die Steigerung der chemischen Lichtintensität wirkt auf das Längenwachstum hemmend. Die Kotyledonen dagegen verhalten sich verschieden. Bei der Fichte macht sich kaum ein Einfluss geltend. Ist die geringe Differenz eine Wirkung der ungleichen chemischen Lichtintensitäten, dann übt die Steigerung dieser auf das Längenwachstum der Fichtenkotyledonen einen verzögernden, auf die Föhrenkotyledonen einen beschleunigenden Einfluss aus.

„Mit diesem auffällig verschiedenen Verhalten der Kotyledonen von Fichten- und Föhrenkeimlingen im Zusammenhange steht ihr verschiedenes heliotropisches Verhalten: die Kotyledonen der Fichte sind nämlich sehr stark positiv heliotropisch, die der Föhre entweder neutral oder im starken Lichte schwach negativ heliotropisch.

Den Schluss der Wiesner'schen Untersuchungen bilden photometrische Messungen behufs Ermittlung der unteren Grenze der heliotropischen Empfindlichkeit von Pflanzenorganen. Sie zeigen, dass die Lichtempfindlichkeit der Pflanzen eine ganz außerordentlich große ist, indem bei sehr reaktionsfähigen Phanerogamen selbst Millionstel der Bunsen-Roscoe'schen Einheit der Lichtintensität noch wirksam sind. —

14) Gewisse Pflanzenarten, wie z. B. die Veilchen, haben die Fähigkeit zweierlei Blüten zu erzeugen, chasmogame oder offene und kleistogame oder geschlossene. Die ersteren sind die normalen Blüten der Pflanze, die letzteren unvollständig entwickelte, insofern als ihre Hüllteile im Vergleich zu den normalen Blüten eine sehr mangelhafte Ausbildung zeigen, geschlossen bleiben, trotzdem aber gute keimfähige Samen liefern. Die Selbstbestäubung vollzieht sich in diesen kleistogamen Blüten in der Weise, dass die Pollenkörner von den Antheren aus ihren Pollenschlauch entwickeln, der die Befruchtung vollzieht.

Schon Linné stellte die Thatsache fest, dass spanische Pflanzen, die nach Upsala eingeführt wurden, wie z. B. *Cistus guttatus* und *C. salicifolius*, *Salvia verbenacea* etc. nicht mehr offene Blüten erzeugten

und gleichwohl reichliche Samen ansetzten. Er glaubte, dass ungenügende Temperaturen diese spontane Kleistogamie erzeugten und sah deshalb in ihr die Ursache jeder kleistogamen Entwicklung der Blüten. Dass diese Erklärung mindestens nicht für alle Fälle zutreffend sei, zeigte Mohl damit, dass er auf jene Fälle hinwies, in denen die Entwicklung kleistogamer Blüten nicht in die kühlere Jahreszeit, in den Frühling oder Herbst, fällt. Während z. B. eine Spiegelblume (*Specularia perfoliata*) die kronenblattlosen Blüten in der kühlern Hälfte des Sommers erzeugt, findet z. B. beim Veilchen der umgekehrte Vorgang statt. Die großen duftenden, die Insekten zum Besuch ladenden Blüten entstehen im Frühling, die geschlossenen unscheinbaren erscheinen im Sommer.

Ohne sich über die Ursachen auszusprechen, hält doch auch Darwin dafür, dass äußere Ursachen die Vergrößerung und Verkleinerung, die Entwicklung chasmogamer und kleistogamer Blüten, einleiten, und dass der Vorgang durch natürliche Zuchtwahl so befestigt und gesteigert werde, bis schließlich vollkommen kleistogame Blüten, wie bei *Viola*, entstehen.

H. Müller, dieser hervorragende Blütenbiolog, hält dafür, dass nur in gewissen Fällen die ungünstigen äußern Bedingungen — Wasser, Temperaturerniedrigung und andere — ein Verharren der Blüten im Knospenzustande bedingen.

Den Weg, der allein zu einem sicheren Ziele führen kann, betrat H. Vöchting. Seine Untersuchungen über den Einfluss des Lichtes auf die Gestaltung und Anlage der Blüten haben in der That unsere Vorstellungen von den Ursachen der Kleistogamie aus dem Bereiche bloßer Mutmaßungen herausgerückt.

Seinen Experimenten dienten teils Pflanzen mit zygomorphen Blüten wie *Mimulus Tilingi* Rgl., *Linaria spuria* Mill., *L. Elatine* Mill., *Lamium amplexicaule*, *L. purpureum* L., *L. maculatum* L., *Ajuga reptans* L., *Lobelia Erinus* L., *Veronica Buxbaumii* Ten., *Viola odorata*, *Tropaeolum majus* L., *Impatiens parviflora* Dc., *Lopezia coronata* Andr., teils Arten mit aktinomorphen Blüten wie *Stellaria media* Vill., *Malva vulgaris* Fr., *Melandrium album* Grke., *Silene noctiflora* L., *Petunia violacea* Lindl.

Es kann nicht in der Aufgabe unserer Berichterstattung liegen, alle diese Fälle einlässlich zu besprechen. Es sollen nur einzelne gleichsam als Paradigmen ausführlicher behandelt werden.

Mimulus Tilingi Rgl. bespricht Verf. am einlässlichsten, da er gerade mit dieser Pflanze sehr lehrreiche Resultate erzielte. Die Blüte hat eine Ober- und Unterlippe. Diese besteht aus einem herzförmigen Mittellappen und zwei kleinern Seitenlappen. Die mittlere Länge der Blüte beträgt 27,8 mm, der mittlere Mediandurchmesser (Ende eines Zipfels der Oberlippe bis zum entsprechenden Zipfel der Unterlippe)

29,1 mm. Blütenstand je nach der Stärke der Pflanze einfach oder verzweigt; Zahl der Blüten 20—50.

In einem Zimmer, das nur in den frühen Vormittagsstunden von der Sonne direkt beleuchtet war (bis spätestens 9 Uhr), wurden in Töpfen die Pflanzen in verschiedenen Abständen vom Fenster kultiviert.

Vor dem Fenster entwickeln die Blütenstände normale Blüten; unmittelbar hinter dem Fenster treten an den länger beschatteten Exemplaren anfänglich kleinere Blüten (Längendurchmesser 23, Mediandurchmesser 23,5), später wieder normale Blüten auf. In einer Entfernung von 40 cm entstehen vorwiegend stark verkleinerte Blüten. Wohl entwickelt sich auch an der 10. Blüte, der letzten, die entsteht, die Krone noch so weit, dass sie aus dem Kelche heraustritt, aber sie ist nicht nur klein, sondern auch etwas abnorm gestaltet. — Ich gehe über zu den Beobachtungen an Individuen, die 1,5 m vom Fenster entfernt kultiviert wurden. Die Krone der 13. verlässt den Kelch nicht mehr völlig. Die folgenden Knospen gehen alle frühzeitig zu Grunde. 3 m vom Fenster entfernt beobachtete man auch Blüten, die nur den Griffel aus dem Kelche hervortreten lassen, nicht aber die Krone. „Setzt man Individuen unserer Pflanze, nachdem die Blütenstände unter normalen Verhältnissen angelegt worden, Beleuchtungen von verschiedener Intensität aus, so nimmt die Zahl der sich entfaltenden Blüten im allgemeinen proportional der Beleuchtung ab. Ebenso nimmt die Größe der Blüten ab, und zwar vermutlich in demselben Verhältnisse. Mit der Abnahme der Größe stellen sich Abnormitäten in der Gestaltung ein".

Was nun die Formveränderung der Blüten unter dem Einfluss verschiedener Beleuchtung betrifft, so ergeben Messungen, dass in erster Linie die Verhältnisse zu Gunsten des Längendurchmessers verschoben werden, sobald die Blütengröße unter ein bestimmtes Maß sinkt. In zweiter Linie beobachtet man, dass das Verhältnis zwischen Ober- und Unterlippe sich ändert. Ist der Längendurchmesser auf etwa 10 mm gesunken, dann wird die Oberlippe relativ kleiner; sie schwindet allmählich mehr und mehr, bis sie schließlich gar nicht mehr aus dem Kelche hervortritt, während alsdann die Unterlippe noch 6—8 mm lang ist.

So zeigen also diese Versuche, wie die Blütenentwicklung in hohem Maße vom Lichte abhängig ist, wie mangelndes Licht normale Anlagen der Gestalt kleistogamer nähert.

An *Linaria spuria* geht dieser Einfluss einen Schritt weiter. Sie ist eine jener Arten, welche offene und mehr oder minder kleistogame Blüten bildet. Diese „entstehen gewöhnlich an dünnen, oft fast fadenförmigen, mit kleinen Blättern besetzten Trieben, die aus den Achseln der basalen, dicht gestellten Laubblätter der Hauptaxe neben den gewöhnlichen Sprossen entspringen"- Ihr Wachstum ist abwärts gerichtet.

Sie schmiegen sich dem Boden an oder dringen, wo er nicht hart ist, in ihn ein. Entwickeln sich die kleistogamen Blüten im Boden, dann sind sie oft bedeutend kleiner als die offenen. Die oberirdischen sind diesen gleich, oder aber sie sind gewöhnlich stärker entwickelt, gleichen den chasmogamen mit dem Unterschiede, dass sie geschlossen bleiben. „Der Schluss selbst wird dadurch hervorgebracht, dass sich die Unterlippe nicht zurückschlägt, und dass die Oeffnung, die sie bei ihrer nun kahnförmigen Gestalt auf der Oberseite besitzt, von den Zipfeln der Oberlippe bedeckt wird. Der Verschluss kann dabei mehr oder minder vollkommen sein".

An dieser Pflanze führte die Kultur am mangelnden direkten Sonnenlichte zur Bildung verschiedener Stadien kleistogamer Blüten, beinahe geschlossener und völlig geschlossener, die anfänglich noch ziemlich groß, später erheblich kleiner waren.

Beschränkte Beleuchtung erscheint also hier als Ursache der Bildung kleistogamer Blüten. In der Natur beobachtet man denn auch, dass die kleistogamen Blüten an dieser Pflanze dann auftreten, wenn die Tage erheblich kürzer werden, d. h. also wenn die Beleuchtung beschränkter wird.

Bei *Stellaria media* „hat man es ganz in seiner Gewalt, sie durch den Grad der Beleuchtung entweder kleistogam oder chasmogam zu machen. Setzt man die Pflanzen dem Sonnenlicht oder auch nur dem hellen Tageslicht ohne direkt einfallende Sonnenstrahlen aus, so öffnen sich die Blüten, wobei Kelch und Krone kleine trichterförmige Gestalten bilden. Stellt man die Töpfe dagegen ins Zimmer, und zwar mindestens 1 m vom Fenster entfernt, so entwickeln sich die Blüten zwar regelmäßig, bleiben aber geschlossen und bestäuben sich selbst. Setzt man sie heller Beleuchtung aus, so öffnen sie sich nach kurzer Zeit".

Dass also die Intensität der Beleuchtung bei den Pflanzen einen wesentlichen Einfluss auf die Gestaltung der Blüten hat, ist außer allem Zweifel. Es deuten die Versuche von Vöchting aber besonders auch mit aller Bestimmtheit darauf hin, dass die Beleuchtung bei der Entstehung kleistogamer Blüten eine wesentliche Rolle spielt. Mangelnde Lichtzufuhr verwandelt (unter Umständen) die normalen Blüten in kleistogame, die von jenen nur dadurch verschieden sind, dass sie geschlossen bleiben und sich selbst bestäuben. Wir können in diesem Gestaltungseinfluss den ersten Schritt zur Bildung der echten Kleistogamie sehen, die dadurch ausgezeichnet ist, dass die Gestalt der kleistogamen Blüten von jener der chasmogamen entschieden nach Größe und Form abweicht. Einen mittlern Zustand repräsentiert *Linaria spuria*.

Im 2. Teile seiner zitierten Abhandlung teilt Vöchting die Beobachtungen mit, die er über den Einfluss der Herabsetzung oder gänzlichen Unterdrückung der geschlechtlichen Thätigkeit der Pflanze auf deren vegetatives Leben bei seinen Untersuchungen machte.

Werden *Mimulus*-Pflanzen so weit vom Fenster aufgestellt, dass die sie treffende Lichtmenge zum Blühen nicht mehr hinreichend ist, dann entstehen statt der Blüten vegetative Sprosse. An ihren Scheiteln erzeugen sie Blütenstände, die gleich den primären keine Blüten zur Entwicklung bringen. Aus den Achseln der Brakteen entstehen dann wieder abwärts geneigte Sprosse.

Während also die Herabsetzung der Beleuchtung hemmend auf das geschlechtliche Leben der Pflanzen wirkte, steigerte sie das vegetative Leben. „Unsere Untersuchungen lehren uns ferner die nicht unwichtige Thatsache, dass die Axe des Blütenstandes, obwohl durch ihr ganzes Wachstum, durch die Form der Brakteen ausgezeichnet und unter normalen Verhältnissen bestimmt, nur der geschlechtlichen Vermehrung zu dienen, doch ein Organ darstellt, das zu diesem Zwecke nur erst teilweise spezifisch ausgebildet ist. Eine geringe Herabsetzung der Beleuchtung genügt, um zu veranlassen, neben den nicht zu vollendeter Entwicklung gelangenden Blüten vegetative Sprosse zu erzeugen, eine der Teratologie angehörende Thatsache, deren Ursache hier nachgewiesen wurde".

Während in den bisher beschriebenen Versuchen den Pflanzen gestattet war, ihre Blütenstände zu bilden und die Blüten wenigstens als Anlagen hervorzubringen, kam es in einer andern Versuchsreihe zur völligen Unterdrückung der geschlechtlichen Funktionen. Das Mittel war Beschränkung des Lichtzutrittes während des ganzen Winters, Frühlings und Sommers. Die so entstehenden Pflanzen waren in allen ihren Sprossen sehr gedrungen. „Gegen Ende der Blütezeit (der normalen Pflanzen) erhielten die Pflanzen ihren Platz im Freien, wo sie der vollen Beleuchtung durch die Sonne ausgesetzt waren. Sie zeigten nunmehr keinerlei Neigung zum Blühen, sondern wuchsen ausschließlich vegetativ weiter, bildeten reichlich Seitensprosse, deren Scheitel im Herbst wie die Hauptaxen ... rosettenartige Bildungen erzeugten".

Während drei Jahren zeigte sich unter den oben angegebenen Bedingungen die Unterdrückung der geschlechtlichen Thätigkeit. Die Pflanzen erhielten sich durch Laubsprossbildung. —

(Schluss folgt.)

Fauna hochgelegener Seen.

Seen der Rocky-Mountains, Nord-Amerika.

Von S. A. Forbes.

Referat von Dr. **Othm. Em. Imhof.**

Eine äußerst wertvolle, zwar noch vorläufige, Publikation über die Evertebraten einer großen Zahl kleinerer und größerer, stehender

und fließender Gewässer des Felsengebirges erschien im April des letzten Jahres im Bulletin der Fischerei der vereinigten Staaten Nord-Amerikas.

Veranlasst durch die Ergebnisse der ichthyologischen Studien von D. S. Jordan und B. W. Evermann unternahm S. A. Forbes zwei Reisen in den Jahren 1890 und 1891 in den oberen Teil der Flussgebiete:

Atlantische Seite	Pacifische Seite
Gardiner	Snake
Madison	Flathead
Yellowstone	

in den Territorien Wyoming, Montana und National-Park an der nördlichen Grenze der vereinigten Staaten.

Der Zweck der Forschungen war in erster Linie praktischer Natur: die niedere Tierwelt besonders der fischlosen Gebirgsseen kennen zu lernen, um die Möglichkeit der Bevölkerung mit Fischen und mit was für Species zu eruiren.

Die erste Reise, im Juli und August, machte Forbes in Begleitung von Linton vom Washington und Jefferson College von Pensylvania, dessen letzteren Spezialstudien die Parasiten der Fische beschlagen. Die Expedition führte Elwood Hofer. Ein Fuhrmann, 2 Packer und 1 Koch wurden mitgenommen. Die Ausrüstung bestand: in Last- und Reitpferden für 6 Personen, einem 4rudrigen tragbaren Segelschiff, 2 Dredgen mit Seilen, einem Satz tragbarer Siebe, einer Grundleine, einem 50 Ellen langen Grundnetz, einem Schlagnetz, einem gewöhnlichen Fischernetz, einem Baird'schen Sammelnetz, Oberflächennetzen, Handnetzen, 2 Tiefseethermometer, einem Präparationsmikroskop, einem zusammengesetzten Mikroskop mit Hilfsapparaten, Flaschen, Gläsern und Alkohol zur Konservation der zarteren kleinen Tiere.

Auf dieser ersten Reise wurden 387 Kollektionen aus 43 Lokalitäten der Flussgebiete: Gardiner, Madison und Yellowstone auf der Westseite des Felsengebirges und des Snake-Flusses am östlichen Abhang angelegt.

Die zweite Reise im August und September 1891 führte Forbes in Begleitung seines Assistenten Brode speziell im Flussgebiet des Flathead auf der Ostseite des Felsengebirges aus. In 23 Lokalitäten wurden 73 Kollektionen gemacht.

Das ganze Material der beiden Reisen besteht somit aus 460 Kollektionen aus 76 Lokalitäten.

Der vorläufige Bericht umfasst 52 Seiten (S. 207—258) in gr. Okt. und 6 Tafeln.

Ich referiere hier speziell über die Ergebnisse der Seeforschungen.

Die untersuchten Seen sind:

I. Flussgebiet des Snake (I).
  1. Kleiner See auf dem Norris-Pass.
  2. Shoshone-See.
  3. Lewis-See.
  4. Heart-See.

II. Flussgebiet des Flathead (V).
  1. Flathead-See.
  2. Swan-See.

III. Flussgebiet des Yellowstone (II).
  1. Yellowstone-See.
  2. Duck-See.
  3. Woods-See.

IV. Flussgebiet des Gardiner (III).
  1. Twin-Seen (2).
  2. Swan-See.
  3. Gardiner-See.

V. Flussgebiet des Madison (IV).
  1. Mary-See.
  2. Grebe-See.

Zur leichteren Gewinnung eines klaren Einblickes in die vorläufigen Ergebnisse stelle ich die Fauna dieser 13 Seen in einer Tabelle zusammen.

	Snake				Yellowstone			Gardiner			Madison		Flathead	
	Kleiner See auf dem Norris-Pass	See Shoshone	See Lewis	See Heart	See Yellowstone	See Duck	See Woods	See Twin 2	See Swan	See Gardiner	See Mary	See Grebe	See Flathead	See Swan
	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1	2	1	2
Protozoa. Rhizopoda.														
1. *Difflugia globulosa*				+		+								
Echinopyxis				+										
Ciliata.														
Stentor igneus fuliginosus Forbes							+							
Coelenterata. Porifera.														
2. *Spongilla fragilis*		+			+					+			+	+
„ spec.			+						+		+	+		+
Cnidaria. 3. *Hydra fusca*		+			+					+			+	
Vermes. Turbellaria.						+								
Nematodes.														
Anguillulidae.					+	+								
Rotatoria.														
4. *Lacinularia socialis*	+													
5. *Conochilus leptopus* Forbes			+		+									
6. *Monostyla ovata* Forbes (Quelle)					(+)									

Bemerkungen zur Tabelle: Die spationierten Speciesbezeichnungen sind von Forbes entdeckte neue Arten. + in ⊂ sind nicht in den Seen selbst gefundene Arten, in der Tabelle enthalten, weil neue Species.

	Kleiner See auf dem Norris-Pass	Snake			Yellowstone			Gardiner			Madison		Flathead	
		See Shoshone	See Lewis	See Heart	See Yellowstone	See Duck	See Woods	See Twin 2	See Swan	See Gardiner	See Mary	See Grebe	See Flathead	See Swan
	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1	2	1	2
Annelides.														
7. *Stylaria lacustris*				+										
Naidomorpha							+						+	
8. *Pristina lacustris*														
9. *Nephelis obscura maculata*		+		+	+	+			+	+	+			+
10. „ *4-striata*			+	+								+	+	
11. *Aulastoma lacustris*		+												
12. *Clepsine elegans*				+										
13. „ *ornata*								+	+					
„ spec.				+	+				+	+	+	+	+	
Bryozoa *Plumatella arethusa?*													+	+
Arthropoda. Crustacea.														
Cladocera.														
14. *Daphnella brachyura*				+	+								+	
15. *Sida crystallina*						+	+	+						+
16. *Holopedium gibberum*			+								+			
17. *Daphnia pulex*	+	+				+				+				
„ *pulex pulicaria* Forbes		+			+			+						
18. „ *Schödleri*			+											
19. „ *dentifera* Forbes (Teich)		(+)												
20. „ *angulifera* Forbes		+												
21. „ *arcuata* Forbes				+										
22. „ *clathrata* Forbes												+		
23. „ *thorata* Forbes									+				+	+
„ spec.	+													
24. *Scapholeberis mucronata*		+			+		+						+	+
Macrothrix spec. nov.					+									
25. *Simocephalus vetulus*					+	+	+	+			+			
Ceriodaphnia spec.	+				+					+				
26. *Bosmina longirostris*				+									+	
„ spec.		+												
27. *Eurycercus lamellatus*		+		+					+				+	
28. *Acroperus leucocephalus*				+			+							
Alona					+	+			+		+			+
29. *Chydorus sphaericus*		+			+		+							
30. *Polyphemus pediculus*		+			+									+
31. *Leptodora hyalina*				+									+	
Ostracoda.														
32. *Cypris barbata* Forbes (Fluss)				(+)										+
„ spec.		+			+				+				+	
Candona spec.						+								
Copepoda.		+												+
33. *Cyclops serrulatus*		+												
34. „ *gyrinus*		+		+	+	+								+
35. „ *minnilus* Forbes					+	+								
36. „ *capilliferus* Forbes					+							+		
37. „ *serratus* Forbes														
38. „ *Thomasi* Forbes														
„ spec.	+				+	+	+	+	+	+			+	
„ spec.	+													

	Kleiner See auf dem Norris-Pass	Snake			Yellowstone			Gardiner			Madison		Flathead	
		See Shoshone	See Lewis	See Heart	See Yellowstone	See Duck	See Woods	See Twin	See Swan	See Gardiner	See Mary	See Grebe	See Flathead	See Swan
	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1	2	1	2
39. *Diaptomus shoshone* Forb.	+	+	+	+	+				+					
40. „ *Lintoni* Forbes		+			+	+		+			+	+		
41. „ *piscinae* Forb.										(+)				
„ *sicilis* var.		+	+	+	+				+					
„ spec.							+							
Epischura nevadensis columbiae Forbes													+	+
Amphipoda.													+	+
42. *Allorchestes dentata*	+		+		+	+	+		+					
43. „ *inermis*					+									
„ spec.														
44. *Gammarus robustus*		+	+		+							+		
„ spec.					+				+			+	+	+
Acarina														
Hydrachnidae		+	+		+				+				+	+
Insecta. Thysanura.														
Poduridae	+				+		+							
Orthoptera Pseudoneuroptera														
Perla					+									
Ephemeridae			+		+			+	+	+			+	
Libellula		+				+							+	+
Agrion		+				+		+	+	+				
Hemiptera														+
Corisa	+	+	+		+				+	+		+	+	+
Notonecta		+	+					+	+	+				
Hygrotrechus								+						
Diptera														
Chironomus	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+
Corethra	+					+		+			+			
Culex		+			+									
Tabanus	+				+									
Simulinus					+									
Coleoptera														
Hydrophilus	+												+	+
Dytiscus		+								+		+	+	+
Hydroporus									+					
Haliplus										+		+		
Hydaticus									+					
45. *Graphoderes fasciaticollis*							+							
Mollusca. Lamellibranchiata														
Pisidium		+	+		+			+	+		+	+	+	+
Sphaerium									+					
Gasteropoda														
Planorbis									+				+	+
Physa		+	+		+				+	+		+	+	+
Limnaea					+				+				+	
Amnicola														
Vertebrata. Fischlose Seen	+	+	+	2 Sp.	1 Sp.			+	+			+		
Zahl der Formen:	15	30	17	17	39	17	12	13	26	15	9	14	29	24

Es enthält die Tabelle 45 Spezies und 4 Varietäten.

Am reichsten sind die Crustaceen, und zwar die Cladoceren und Copepoden, vertreten, dieselben Gruppen, die auch in unsern europäischen Seen durch die größten Specieszahlen hervortreten.

Die Cladoceren sind durch 15 Genera mit 18 Spez. u. 1 Varietät repräsentirt
„ Copepoden „ „ 3 „ „ 9 „ „ 2 „ „
„ Ostracoden „ „ 2 „ „ 1 „ „
„ Malacostraken „ 2 „, Amphipoden mit 3 Species.

Die *Vermes* zeigen 9 Genera mit 9 Species und 1 Varietät. Auffallend ist, dass von Rotatorien nur 3 Species beobachtet wurden, und zwar noch davon 2 neue Arten: *Conochilus leptopus* und *Monostyla ovata*, letztere aus einer Quelle am Ufer des Yellowstone-Sees. Ob die allgemein verbreiteten Genera *Asplanchna*, *Synchaeta*, *Polyarthra*, *Triarthra* und die Anuraeaden in diesen Seen ganz fehlen, oder ob dieselben gerade zur Zeit der Untersuchungen nicht vorhanden waren, muss noch dahingestellt bleiben. Erneute Forschungen in anderen Jahreszeiten dürften diese Frage vielleicht entscheiden.

Von Interesse ist das gänzliche Fehlen von Mastigophoren (Dinobryoniden) und Dinoflagellaten (*Glenodinium*, *Peridinium* und *Ceratium*) im offenen Wasser der Seen, sowie auch die Abwesenheit von Heliozoen.

Auf die Entomostraken zurückkommend, sind besonders die Copepoden-Ergebnisse hervorzuheben. Von den 9 beobachteten Species ist nur eine der europäischen Fauna angehörend. 4 Species des Genus *Cyclops* sind neue Arten, ebenso 3 Species und 1 Varietät *Diaptomus* und die *Epischura*-Varietät.

Von den 18 Cladoceren treten uns 13 bekannte Formen entgegen, aber auch hier fand Forbes einige neue Species aus der Gattung *Daphnia*, 5 Species und 1 Varietät. Als sechste neue Art der Cladoceren ist eine *Macrothrix* gemeldet. Ein hohes Interesse beansprucht das Vorkommen einer Reihe von Cladoceren in ansehnlich höher gelegenen Seen als die Fundorte in unserer centraleuropäischen Alpenkette. So die folgenden Arten:

	2276 Heart-see	2352 Lewis-see	2358 Sho-shone	2358 Yellow-stone	2500 Norris	2508,5 Mary
Daphnella brachyura	†			†		
Holopedium gibberum		†				†
Daphnia Schödleri		†				†
Scapholeberis mucronata			†	†		
Simocephalus vetulus				†	†	
Ceriodaphnia				†	†	
Bosmina longirostris	†					
Bosmina spec.			†			
Polyphemus pediculus			†	†		
Leptodora hyalina	†					

Ganz besonders wichtig erscheinen diese Vorkommnisse von *Daphnella brachyura*, *Holopedium gibberum*, *Daphnia Schödleri* und *Leptodora hyalina*.

Die wesentlichsten Ergebnisse über die Tiefenverhältnisse und die Tiefsee-Fauna sind:

Die größten Tiefen besitzen die Seen:

	Tiefe	Länge	Breite
Yellowstone	94,4 Meter,	32 Kilom.,	22,5 Kilom.
Flathead	46,6 „	40 „	16—19 „
Heart	44,4 „	3,2 „	1,6 „

Im Verhältnis zu ihrer Oberfläche, verglichen mit unseren größeren Schweizerseen, die zwar viel weniger hoch gelegen sind, müssen die 2 großen Seen als wenig tief bezeichnet werden. Die übrigen Seen haben Tiefen von 1—12 Meter.

Die größten Tiefen, in denen die Anwesenheit einer Tiefen-Fauna entdeckt wurde:

Yellowstonsee	56—60 Meter:	Oligochaeten, *Chironomus*, *Pisidium*.
	30,47 „	Nematoiden, *Cypris*, Hydrachniden.
Heartsee	14—36,5 „	*Difflugia*, *Echinopyxis*, *Chironomus*.
Flatheadsee	23—38 „	Anneliden, *Plumatella*, *Cypris*, *Chironomus*, *Pisidium*.
	38—46,6 „	gleiches Resultat.

Aus der Zusammensetzung der littoralen und der grundbewohnenden Fauna aus kleineren Tiefen sind besonders die Amphipoden: *Gammarus robustus*, *Allorchestes dentata* und *All. inermis* bemerkenswert.

Das Gesamtergebnis der referierten vorläufigen Publikation weist dahin, dass im großen Ganzen eine ähnliche Süßwasser-Fauna, littorale, pelagische und Tiefen-Fauna, diese nordamerikanischen Gebirgsseen bewohnt, dass aber auch diesem Gebiete angehörende spezifische Formen, namentlich von Entomostraken und Amphipoden in ansehnlicher Zahl eigen sind.

Die Gesamtbearbeitung der 387 Kollektionen wird ohne allen Zweifel viel Neues zur Kenntnis bringen und die Erforschung der Süßwasser-Fauna besonders in ihrer vertikalen geographischen Ausbreitung in hohem Grade fördern.

Der praktische Wert und Erfolg wird wohl ebenso zweifellos aus in dieser Weise errungener wissenschaftlicher Basis ersprießen!

Ueber das Vorkommen von Fischen in den Alpenseen der Schweiz.

Seen von 473—2460 Meter ü. M.

Von Dr. **Othmar Emil Imhof.**

Im Anschluss an die Notiz über die Verbreitung von *Silurus glanis* in den Seen der europäischen Alpenkette, gehe ich einen Schritt weiter und versuche eine möglichst vollständige Zusammenstellung der natürlichen und künstlichen Verbreitung der Fische speziell in den höher gelegenen Alpenseen unserer Schweiz zu geben.

Eine tabellarische Anordnung der bisher bekannten Vorkommnisse der *Pisces* in den kleineren Alpenseen dürfte einen Einblick in einen Teil der geographischen Verbreitung dieser Tierklasse gewähren, wodurch vielleicht später, nach Vervollständigung und in Verbindung mit gleichen Nachforschungen in den anderen Partien der Alpenkette, sich Gesetze erschließen lassen, die die natürliche Verbreitung erklären können.

Die erste Aufgabe besteht in der Sammlung der zuverlässigen Angaben über künstliche Bevölkerung der fischlosen Seen, und die zweite Aufgabe fordert ausgedehntere Kenntnisse über das natürliche Vorkommen von Fischen besonders in den sehr hoch gelegenen Seen.

Ich kann mit der hier gegebenen Tabelle allerdings noch nicht Anspruch auf Vollständigkeit machen, namentlich die zuverlässigen Angaben über künstliche Belebung der Alpen-Seen mit Fischen dürften noch lückenhaft sein, aber die vorliegende Zusammenstellung kann vielleicht doch ein brauchbarer Anfang sein.

Die Tabelle enthält Angaben über das Vorkommen von 26 Species und 1 Varietät in 62 Alpenseen. Sie gibt Auskunft darüber, ob die Fische (nach der bisher erlangten Kenntnis der Litteratur) in die Seen durch Menschenhand eingesetzt (o), oder ob sie von Natur aus vorhanden sind (|).

Die Tabelle gibt folgendes Bild:

			Zahl der Species		Zahl der Seen			Zahl der Species
Regionen	Höchstgeleg. See	Zahl der Seen	Einheimisch	Eingesetzt	Einh. u. Eingesetzt	Nur einheim.	Nur eingesetzt	Total
I. Montan.	1148	12	20 u. 1 Var.	2	5	5	2	22 u. 1 Var.
II. Subalp.	1621	13	6	5	3	7	3	11
III. Alpin.	2094	25	7	3	2	18	5	10
IV. Subniv.	2460	12	3	1	—	10	2	4

Von den 26 Species und 1 Varietät kommen vor:

In allen 4 Regionen: 2 Species. *Salmo lacustris* und *Cottus gobio.*

In 3 Regionen: 4 Species. *Coregonus albus* (o), *Salvelinus Nemeyench* (o); *Tinca vulgaris* (nur im Egerisee nicht eingesetzt); *Phoxinus laevis* (nur auf dem großen St. Bernhard eingesetzt).

In 2 Regionen: 5 Species. *Esox lucius*, *Salmo fario*, *Scardinius erythrophthalmus*, *Lota vulgaris*, *Perca fluviatilis*.

Nur in 1 Region: 15 Species und 1 Varietät.

Nur wenige Species finden sich in mehreren Seen:

Salmo lacustris	in	27	Seen,	in	2	importirt,	Einheim.	in	25	Seen
Phoxinus laevis	„	11	„	„	1	„	„	„	10	„
Cottuc gobio	„	10	„	„	keine	„	„	„	10	„
Esox lucius	„	7	„	„	4	„	„	„	3	„
Perca fluviatilis	„	6	„	„	2	„	„	„	4	„
Scardinius erythrophthalmus	„	5	„	„	3	„	„	„	2	„
Lota vulgaris	„	5	„	„	2	„	„	„	3	„
Nemachilus barbatula	„	4	„	„	keine	„	„	„	4	„
Alburnus lucidus	„	4	„	„	1	„	„	„	3	„
Tinca vulgaris	„	4	„	„	1	„	„	„	3	„
Salmo fario	„	4	„	„	1	„	„	„	3	„
Salvelinus Nemayench	„	4	„	„	4	„	„	„	0	„

In den beiden höheren Regionen, über 1650 Meter leben noch 11 Species, von denen 4 nur importirt vorhanden sind, 7 von Natur da Vorkommen.

Die einheimischen sind:

Salmo lacustris	in	19	Seen.
Salmo fario	„	1	See.
Salvelinus umbla	„	1	„
Phoxinus laevis	„	7	Seen.
Nemachilus barbatulus	„	4	„
Lota vulgaris	„	3	„
Cottus gobio	„	5	„

In der IV. Region über 2100 Meter kennen wir nur noch 4 Species, wovon eine, *Tinca vulgaris*, eingesetzt wurde.

Die 3 einheimischen Arten sind:

Salmo lacustris	„	8	Seen.
Phoxinus laevis	„	2	„
Cottus gobio	„	1	See.

Abgesehen von *Salmo lacustris*, welcher Fisch die größte Verbreitung in den Alpenseen aufweist, sind es wenige Schlamm- und Grundbewohner, die drei Species: *Phoxinus laevis*, *Nemachilus barbatulus*, *Cottus gobio*, die die eigenartigen Lebensbedingungen in den hoch-

	Seen und ihre Höhenlage über Meer in Metern		Anguilla vulgaris	Esox lucius	Coregonus albula	Coregonus Schinzi	Coregonus albus	Salmo lacustris	Salmo salvelinus	Salmo salar	Salmo fario	Salvelinus umbla	Salvelinus Nemaycush	Cyprinus carpio	Tinca vulgaris	Barbus fluviatilis	Abramis brama	Alburnus lucidus	Spirlinus bipunctatus	Leuciscus rutilus crassus	Scardinius erythroph-thalmus	Squalius leuciscus	Squalius cephalus	Phoxinus laevis	Nemachilus barbatula	Silurus glanis	Lota vulgaris	Perca fluviatilis	Cottus gobio	o Eingesetzt	— heimisch	Total
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27			
																														8	8
		I. Montane Region bis 1203 Metern.																												1	1
1	473.	Sarnersee.																								2				4	4
2	532.	Lac Géronde.		o			o			—			o		—		—			o	—					?				11	11
3	659.	Lungernsee.						—																						3	3
4	727.	Egerisee.			—	—	o		—	—					—		—			o										3	3
5	804.	Klönthalersee.		o													—			o	—									2	2
6	962.	Poschiavosee.						—					o															o		1	1
7	1000.	Caumasee.		—	o																									3	3
8	1040.	Lej Grond.													o					o										2	2
9	1056.	Lac Omeinaz.		—				—																						3	3
10	1100.	Thalalpsee.		o														o												3	3
11	1142.	Seealpsee.		o				—																						1	1
12	1148.	Vorderer Schwendisee.		—																										2	2
		II. Subalpine Region bis 1650 Metern.																												2	2
1	1210.	Säntisersee.						—							o															1	1
2	1301.	Argnaulaz.		—																										2	2
3	1410.	Taraspersee.									o							o								1				3	4
4	1426.	Oberblegisee.																												1	1
5	1455.	Fählensee.																												1	1
6	1458.	Spaneggsee.																												1	1
7	1466.	Lac de Champex.																												2	2
8	1457.	Vatzersee.					o	—						o																1	1
9	1507.	Schwarzsee Klosters.						—																			o			2	2
10	1524.	Hinterburgsee.												o														o		1	1
11	1546.	Arnensee.																											—	2	2
12	1561.	Davosersee.						—																						1	1
13	1621.	Unterer Seewensee.		—				—																						2	2
		Total																													

		III. Alpine Region. Bis 2100 Meter.																														
1	1695.	Lac des Chavonnes.						o																						1	—	1
2	1700.	Unterer Arosasee.						|														|						—	2	2
3	1740.	Oberer Arosasee.						|														|						—	2	2
4	1753.	Gletsch.																					|						—	1	1
5	1767.	St. Morizersee.					o	|												o			|			|			2	2	4
6	1793.	Campfèrsee.						|																					—	1	1
7	1794.	Silvaplanersee.						|																					—	1	1
8	1796.	Silssee.						|												o									1	1	2
9	1812.	Lej da Staz.																			o									1	—	1
10	1829.	Lago Ritom.						|																				|	—	2	2
11	1852.	Engstlensee.						|																		|		—	2	2
12	1860.	Lej Lung.																							|					—	1	1
13	1870.	Lac Lioson.									o																			1	—	1
14	1871.	Grimselsee.																							|		|			—	2	2
15	1876.	Partnunsee.																							|				|	—	2	2
16	1908.	Lej Cavloccio.										|																	—	1	1
17	1915.	Palpuognasee.						|																					—	1	1
18	1921.	Lago Cadagno.																											|	—	1	1
19	1938.	Sägisthalsee.											o																	1	—	1
20	1960.	Lej da Vons.																						|	|					—	2	2
21	1991.	Bettmersee.																						|						—	1	1
22	2030.	Weißenstein Albula.									|																		—	1	1
23	2028.	Oberalpsee.						|																					—	1	1
24	2083.	Lucendrosee.						|																				|	—	2	2
25	2094.	St. Gotthardseen.									o																			1	—	1
		IV. Subnivale Region. Bis 2520 Meter.																														
1	2189.	Garschinasee.																						|				|	—	2	2
2	2196.	Unterer Splügensee.						|																					—	1	1
3	2220.	Lago Nero.						|																					—	1	1
4	2230.	Lago Bianco.						|																					—	1	1
5	2231.	Lago di Sella.						|																					—	1	1
6	2260.	Juliersee.						|																					—	1	1
7	2270.	Oberer Splügensee.						|																					—	1	1
8	2307.	Lago Crocetta.						|																					—	1	1
9	2378.	Lej Gravasalvas.																						|						—	1	1
10	2392.	Lej da Rims.						|																					—	1	1
11	2446.	Großer St. Bernhard													o									o						2	—	2
12	2460.	Lej Sgrischus.						o																						1	—	1
		eingesetzt o	1	4	—	—	3	2	—	—	3	—	4	—	1	—	—	1	—	3	3	1	—	1	—	—	2	2	—			
		heimisch |	2	3	1	1	—	25	1	1	1	1	—	1	3	1	3	3	1	1	2	1	2	10	4	1	3	4	10			
		Total	3	7	1	1	3	27	1	1	4	1	4	1	4	1	3	4	1	4	5	2	2	11	4	1	5	6	10			

gelegenen, meist wenig tiefen, während des größeren Teiles des Jahres, sogar manchmal während 11 Monaten mit Eis und Schnee bedeckten Seen aushalten.

Die vorliegende Uebersicht enthält Seen von sehr verschiedener Natur, Gestalt, Tiefe, orographischer und geologischer Lage, Seen, die wohl sehr verschiedene Existenzbedingungen den sie bevölkernden Organismen darbieten. Die vergleichenden Studien hierüber sind aber noch in den ersten Anfängen, und hoffe ich selbst auch, in nicht zu ferner Zeit näher darauf eintreten zu können.

Die Bevölkerung der Berg- und Alpenseen, auf natürlichen Wegen, erfolgte und kann fortwährend erfolgen namentlich in den wesentlichsten Weisen:

1) Aus einem See können durch Vertiefung seines Ausflusses und Ablaufen des Wassers, durch Senkung des Spiegels, wenn der Grund des Sees durch schon vorhandene Erhebungen in mehrere sublacustre Becken geteilt ist, mehrere Seen entstehen. Die Fauna des alten Sees bleibt dann in mehrere kleinere Seen getrennt zurück.

2) Es können durch neue Rissbildungen in der Sohle der Thäler in ihrer Längsrichtung, auch quer oder schief zur Thaldirektion vorhandene Seen anders gestaltet werden und neue Seen entstehen. Die Fauna vorhandener Seen kann die umgestalteten oder in der Nähe neugebildeten Seen bevölkern.

3) Neue Seen können entstanden sein und noch entstehen durch Lostrennung eines Teiles von einem vorher vorhandenen See, z. B. durch Los- und Abbrechen von ganzen Schichtenlagen, wobei der eine Teil sich hebt, oder der eine Teil in tiefere Lage sinkt, oder beide Dislokationen gleichzeitig sich vollziehen, wodurch die Bewohner in zwei oder mehrere neue Becken von verschiedener Höhenlage getrennt werden.

4) Höher gelegene Seen können durch Hinaufwandern aus tieferliegenden bevölkert werden; noch leichter tiefergelegene Seen aus höhersituirten durch Hinunterwandern neue Bewohner erhalten.

5) Tiefer- und höherliegende Seen können neue Bewohner aus künstlich bevölkerten Seen durch Aus- resp. Einwandern bekommen.

6) Passiver Transport durch die Luft, z. B. mit Schlammregen.

7) Passiver Transport durch aktiv wandernde Wasser-, Land- und Lufttiere. Diese Weise ist aber wohl für den Transport von Fischen oder deren Laich ziemlich unwahrscheinlich oder jedenfalls höchst schwierig und selten, nur für parasitisch lebende Fische durch Wassertiere möglich.

Aus der biologischen Süßwasser-Station am Gullsee in Minnesota.

Mitgeteilt von Dr. **Otto Zacharias** (Plön).

Die im Sommer 1893 eröffnete Forschungsstation am Gullsee hat jetzt ihr erstes Arbeitsjahr hinter sich, über dessen Ergebnisse im Nachstehenden kurz berichtet werden soll. Es geschieht dies nach einem Referat im Quarterly Bulletin der Universität Minneapolis, welches Herr Prof. H. F. Nachtrieb dem Plöner Schwesterinstitute einzusenden die Güte hatte.

Außer dem Genannten waren im verflossenen Sommer nur noch die Dr. Dr. S. Lee und W. Oestlund in der Station thätig. Man hatte zunächst davon abgesehen, Kollegen und Studenten zur Beteiligung an den Arbeiten aufzufordern, weil es angezeigt erschien, sich erst einmal selbst gründlich über das in der Umgebung der Anstalt vorfindliche Material zu orientieren. Demgemäß wurden fleißig Exkursionen unternommen, welche sich nicht bloß auf die benachbarten Flüsse, Seen und Sümpfe, sondern auch auf die im Bereiche der Station liegenden Waldkomplexe und Felddistrikte erstreckten.

Bei diesen Ausflügen widmete Dr. Oestlund der Insektenfauna spezielle Aufmerksamkeit. Dieselbe bot eine große Mannigfaltigkeit dar und konnte sehr reich genannt werden. Wanzen und Käfer waren jedoch nur in der gewöhnlich vorkömmlichen Artenzahl vertreten. Im Gegensatz dazu erwiesen sich die Schmetterlinge als außerordentlich zahlreich. Interessant war die Entdeckung einer neuen Aphiden-Gattung, welche Licht auf die Klassifikation der ganzen Gruppe zu werfen geeignet ist.

Dr. Lee beschäftigte sich vorwiegend mit den Wirbeltieren, hauptsächlich mit den Amphibien und Reptilien. Dabei wurde eine Sammlung wertvoller embryologischer und histologischer Objekte angelegt. Laubfrösche gab es nahe bei der Station in erstaunlicher Menge. *Amblystoma* wurde in den verschiedensten Entwicklungsstadien gefunden. Auch *Diemyctilus* kam mehrfach in der Umgebung der Anstalt vor. Von Reptilien war *Eutainia* besonders häufig vertreten. Ebenso Schildkröten, die gutes Material für embryologische Untersuchungen lieferten. Von den interessanteren Fischen, welche gesammelt wurden, sind namentlich Welsarten hervorzuheben. Säugetiere und Vögel gelangten spärlicher zur Beobachtung; doch wurde auch davon eine kleine Sammlung erzielt.

Prof. Nachtrieb machte seinerseits die Lebensgewohnheiten der Blutegel zum Gegenstande von eingehenden Untersuchungen. Nebenher sammelte er entwicklungsgeschichtliches und histologisches Material bezüglich dieser Würmergruppe. Der nahe bei der Station befindliche

Whitmann-See (ein nur kleines Wasserbecken) enthielt eine überraschend große Anzahl von Blutegelarten, namentlich solche der Gattung *Clepsine*.

An *Clepsine ornata* wurde wiederholt die Ablage, resp. Anheftung der Spermatophoren beobachtet, wobei es sich zeigte, dass der Inhalt derselben binnen 15 Minuten auf den Körper[1]) des zu befruchtenden Tieres entleert zu werden pflegt. Mit nur zwei Ausnahmen waren die Spermatophoren immer an der Rückenfläche der Egel (oder an dem bandartigen Körpersaume derselben) befestigt. Eine Vereinigung bezw. gegenseitige Berührung der Geschlechtsöffnungen wurde nicht beobachtet.

Der schon erwähnte Whitmann-See war in gleicher Weise reich an Bryozoen, Rotatorien und Turbellarien.

Gegen Ende des Monats August (1893) verließen die drei genannten Herren die Station und kehrten nach Minneapolis zurück. Das Gutachten derselben über den zoologischen Charakter der Umgebung des Gullsees lautet dahin: dass die dortige Gegend ein reiches Material für Sammlungen und Studien darbiete, obgleich man nicht sagen könne, dass sie sich darin vor andern Distrikten besonders auszeichne. Ja es gebe andere Lokalitäten im Staate Minnesota, die besser zugänglich und reicher an weniger kosmopolitischem Material seien, als der Gullseedistrikt. Indessen werde Jeder, so schließt der Bericht, hinsichtlich der Tiergruppen, von denen speziell die Rede gewesen sei, im Umkreise der Station immer hinreichendes Material, um Studien betreiben zu können, vorfinden.

Im Anschluss an diese Mitteilung melde ich noch, dass nunmehr auch in Frankreich (Auvergne) eine Süßwasserstation in Thätigkeit getreten ist, deren Leitung Herr Dr. C. Bryant in Clermont Ferrand übernommen hat. Derselbe stellte im verflossenen Sommer daselbst interessante Beobachtungen über *Sigara minutissima* an und untersuchte die Art und Weise näher, wie dieses Wasserinsekt zirpende Töne hervorbringt.

Raoul Pictet, De l'emploi méthodique des basses températures en biologie.

Archives des sciences physiques et naturelles, Genève, T. 30, Nr. 10, Oct. 1893. Revue scientifique, T. 52, Nr. 19, Paris, Nov. 1893.

Der durch seine Untersuchungen über niedere Temperaturen rühmlichst bekannte Physiker legt in diesem Aufsatze die Rolle dar, die,

1) wobei dessen Einschnitte als aufnehmende und fortleitende Rinnen fungieren. Z.

wie er glaubt, die von ihm geschaffenen Hilfsmittel und Methoden in der Biologie spielen werden. Er stellt im ersten Teil desselben ein sehr ausführliches und alle Zweige berücksichtigendes Arbeitsprogramm auf. Leider fehlt noch viel an der methodischen Durchführung desselben. Die Beobachtungen, die Herr P. jetzt veröffentlicht, hat er in einem Zeitraum von mehr als 20 Jahren gemacht. Dennoch will er sie, um mit seinen Worten zu sprechen, nur als Probebohrungen betrachtet wissen, wie man sie vor Eröffnung eines neuen Bergwerks vornimmt, um sich über die Mächtigkeit der Gänge zu unterrichten und danach die Stollen vorzutreiben.

Dabei ist Verf. aber doch schon zu vielen interessanten, teils bisherigen Anschauungen widersprechenden, teils sie bestätigenden Ergebnissen gelangt.

Ich erwähne zuerst die Versuche an homoiothermen Tieren. Hierher sind auch die Beobachtungen über die Kältewirkung an menschlichen Gliedern zu rechnen, die Herr P. und seine Mitarbeiter teils freiwillig, teils unfreiwillig machten. Verf. beschreibt die Empfindungen, die er hatte, als er den nackten Arm bis 10 Min. lang in den auf — 105° abgekühlten Kältekasten steckte, natürlich ohne die Metallteile desselben zu berühren.

Dabei hatte er eine ganz eigenartige Empfindung in allen Geweben, anfangs nicht schmerzhaft, aber bis zum Schmerz sich steigernd. Für den Hauptsitz derselben glaubt er das Periost halten zu sollen. Dann schildert er die Erscheinungen bei unabsichtlichen „Kälteverbrennungen" durch Metalle oder Flüssigkeiten, die kälter als — 80° waren, und die er ganz verschieden von denen bei gewöhnlichen Verbrennungen fand.

Er unterscheidet zwei Grade solcher Kältewirkungen. Beim 1. Grad rötet sich die Haut zuerst und färbt sich am nächsten Tage violett. Noch mehrere Tage vergrößert sich der Fleck, gewöhnlich bis auf das Doppelte seiner anfänglichen Größe. Man hat in demselben und in seiner Umgebung die Empfindung eines sehr schmerzhaften Juckens. Erst nach 5—6 Wochen verschwinden solche Flecke.

Beim 2. Grade wird die verbrannte Stelle nekrotisch und durch Eiterung entfernt. Nach den Angaben des Verf.s, der nicht sagt, wie diese Verletzungen behandelt werden, scheint sich nur sehr langsam eine Demarkationslinie zu bilden, und die Eiterung dauert monatelang.

Bei den Versuchen über die Widerstandsfähigkeit der Warmblüter gegen Abkühlung wurden derartige Einwirkungen ausgeschlossen. Hunde oder Meerschweinchen wurden in sorgfältig gepolsterten Kältekasten, gewissermaßen in ein Bad von kalter trockener Luft gebracht, so dass sie nur durch Strahlung Wärme verloren. Es zeigte sich, dass sie Luft von — 100° bis — 130° ohne sofortigen Schaden atmen können. Folgender Versuch ist genauer beschrieben.

Ein glatthaariger Hund von 8 Kilogramm Gewicht wird in den auf — 92° abgekühlten Kältekasten gebracht. In seine hintere rasierte Schenkelbeuge ist ein Thermometer eingeführt und durch Festbinden des Beines am Rumpf fixiert.

Gleich nach dem Einführen in den Kältekasten werden Atmung und Puls beschleunigt und in den ersten 13 Minuten immer rascher. Während dieser Zeit steigt das Thermometer in der Schenkelbeuge um $^1/_2$ Grad. Der Hund wird unruhig.

Nach 25 Minuten ist die Temperatur in der Schenkelbeuge wieder auf ihren Anfangswert gesunken; der Hund frisst gierig Brod, welches er vor dem Experiment gesättigt zurückgewiesen hatte. Die Respiration bleibt tief und beschleunigt.

Nach 40 Minuten sind die Füße sehr kalt, die Temperatur der Schenkelbeuge hält sich fast unverändert um 37°.

1 Stunde 10 Min. nach Beginn des Experimentes ist der Hund ruhig geworden, aber atmet tief und sucht zeitweise die Beine zu bewegen. Der Puls ist noch mehr als vorher beschleunigt, deutlich an der Carotis fühlbar, die Extremitäten noch kälter.

In der nächsten halben Stunde frisst der Hund etwa 100 g Brod. Sein Zustand ist kaum verändert. Die Temperatur der Schenkelbeuge sinkt nur um $^1/_2$ Grad.

Danach wird ganz plötzlich die Respiration schwächer, der Puls wird flüchtig, und die Temperatur sinkt jäh. Als dieselbe auf 22° gesunken ist, wird das bewusstlose Tier aus dem Kasten genommen; es gelingt nicht mehr, es wieder zu beleben. Die Pfoten sind schon gefroren.

In diesem und anderen Experimenten mit demselben Ergebnis zeigt sich deutlich die Macht der temperaturregulierenden Apparate der Warmblüter, die $1^1/_2$ Stunden lang einen mittelgroßen Hund unter so ungünstigen Verhältnissen seine Innentemperatur nahezu bewahren lassen, bis sie plötzlich erlahmen und damit der Tod eintritt. Der Verf. erscheint außerordentlich überrascht durch die anfängliche Steigerung der Temperatur in der Schenkelbeuge, was jedoch den nicht überraschen wird, der weiß, dass dieselbe Erscheinung, freilich in kleinerem Maßstab, in der menschlichen Achselhöhle im kühlen Bade beobachtet wird. Verf. glaubt hieraus, aus der Steigerung der Atem- und Pulsfrequenz und der Fresslust der Tiere auf eine Steigerung des Stoffwechsels schließen zu dürfen, eine Folgerung, deren Notwendigkeit im Anschluss an die erwähnte frühere Beobachtung schon mit triftigen Gründen bestritten wurde, da sich die Erscheinung ungezwungen auf Aenderungen in der Blutverteilung zurückführen lässt.

Außerordentlich interessant sind folgende Beobachtungen an poikilothermen Wirbeltieren, die mit früheren in dieser Zeitschrift ver-

öffentlichten Untersuchungen[1]) in kaum erklärlichem Widerspruch stehen.

Verf. fand, dass Goldfische und Schleien, wenn er sie etwa 24 Stunden in Wasser von 0° gehalten und dann langsam bei — 8° bis — 15° hatte gefrieren lassen, so dass sie in einen kompakten Eisblock eingeschlossen waren und einzelne herausgebrochene Fische durch und durch gefroren und brüchig gefunden wurden, nach langsamem Auftauen wieder umherschwammen wie vorher. Erst nach einer Abkühlung unter — 20° werden diese Fische getötet. Frösche fand Verf., ebenfalls im Gegensatz zu den Versuchen und Beobachtungen von Kochs, noch widerstandsfähiger. Sie vertragen Gefrieren und Abkühlen auf — 28°; bei Abkühlung auf — 30° und — 35° sei der größte Teil zu grunde gegangen. Eine Blindschleiche vertrug ebenfalls eine Abkühlung auf — 25°, aber nicht mehr eine zweite auf — 35°. Einzelne Gewebe dieser Tiere scheinen noch viel zäher zu sein. So fand der Verf., dass die Flimmerzellen des Froschgaumens erst bei — 90° ihre Lebensfähigkeit einbüßten. Einmal nicht ganz so weit abgekühlt und wieder aufgetaut, begannen sie von neuem zu flimmern.

Krebstiere und Weichtiere erscheinen noch widerstandsfähiger: drei Asseln überlebten Abkühlungen auf — 40° und — 50° und gingen das dritte Mal bei — 90° zu grunde. Drei Weinbergschnecken blieben mehrere Tage in einer Temperatur von — 110° bis — 120°: zwei, welche Sprünge in der Schlussplatte zeigten, blieben tot; die dritte, unversehrte, kam davon.

Auch mit Eiern verschiedener Tiere experimentierte Verf. Vogeleier blieben tot und entwicklungsunfähig bei einer Abkühlung auf — 2° und — 3°. Bei einer Abkühlung auf nur — 1° seien sie brutfähig geblieben; da Verf. nicht angibt, wie er sich von der Temperatur der Eier selbst überzeugte, und dieselben zur Temperaturmessung nicht verletzt zu haben scheint, so ist wohl der Zweifel gestattet, ob dieselben wirklich unter 0° abgekühlt gewesen seien. Froscheier überlebten, im Verlauf mehrerer Stunden bis auf — 60° abgekühlt, und entwickelten sich zu Kaulquappen. Bei rascherer Abkühlung gingen sie zu grunde.

Ameisenpuppen, die ja eigentlich gar nicht in diese Reihe gehören, zeigten sich recht empfindlich, und zwar verschieden nach dem Entwicklungsstadium. Alle gingen zwischen — 0° und — 5° zu grunde, die am weitesten entwickelten auch schon bei mehrstündiger Abkühlung auf + 5°.

Sehr widerstandsfähig sind dagegen Seidenspinnereier. Gleich nach der Ablage in die Kältekammer gebracht, können sie ohne Schaden

---

1) Kochs, Ueber die Ursachen der Schädigung der Fischbestände im strengen Winter. Biol. Centralbl., Bd. XI, S. 498 ff.

auf — 40° abgekühlt und den ganzen Winter über bei niederen Temperaturen aufbewahrt werden. Damit wird nicht nur ihre Entwicklung verzögert, bis im Frühjahr wieder Futter zur Aufzucht der Würmer vorhanden ist, sondern sie sollen dadurch auch immun werden gegen die gefährlichen infektiösen Krankheiten, die den anders gezüchteten Seidenwürmern drohen. Diese Beobachtungen sind auch schon praktisch in der Seidenzucht verwertet worden.

Rädertiere und andere Infusorien untersuchte Verf. in dem unreinen Wasser, in dem sie sich gut entwickeln. Er ließ dasselbe gefrieren und konnte nach einer Abkühlung auf — 60° keine Abnahme derselben finden. Fast 24 Stunden lang auf — 80° bis — 90° abgekühlt, gingen sie zum größten Teil zu grunde. Nach einer Abkühlung auf — 150° bis — 160° fanden sich nur Leichen derselben.

Anders wie alle angeführten Tiere verhalten sich trockene Diatomeen, Bakterienkulturen, Sporen und Samen höherer Pflanzen. Verf. setzte sie den niedrigsten erreichbaren Temperaturen aus, tauchte sie in flüssige atmosphärische Luft von beinahe — 200°, ohne dass ihre Lebens- und Keimfähigkeit gelitten hätte.

Manche organische Substanzen dagegen, wie die Ptomaïne und die wirksamen Prinzipien einiger Impfflüssigkeiten werden durch hohe Kältegrade zerstört. Verf., der es für bewiesen hält, dass es keimfreie Impfflüssigkeiten gebe, glaubt in diesem Verhalten zu niederen Temperaturen einen Entscheidungsgrund finden zu können, ob die Giftwirkung eines Impfstoffs auf keinen oder auf solchen ptomaïnähnlichen Stoffen beruhe. W.

Neunzehnte Versammlung des Deutschen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege, die zu Magdeburg vom 19. bis 22. September 1894 stattfinden wird.

Als Verhandlungsgegenstände sind in Aussicht genommen: 1) Die Maßregeln zur Bekämpfung der Cholera; 2) Hygienische Beurteilung von Trink- und Nutzwasser; 3) Die Notwendigkeit extensiverer Bebauung und die rechtlichen und technischen Mittel zu ihrer Ausführung; 4) Beseitigung des Kehrichts und anderer städtischer Abfälle, besonders durch Verbrennung; 5) Abtritts- und Ausgußeinrichtungen in Wohnhäusern; 6) Zulässigkeit der Gasheizung in gesundheitlicher Beziehung.

Einsendungne für das Biol. Centralblatt bittet man an die **Redaktion, Erlangen, physiol. Institut, Bestellungen** *sowie alle* **geschäftlichen,** *namentlich die auf* **Versendung des Blattes,** *auf* **Tauschverkehr** *oder auf* **Inserate** *bezüglichen Mitteilungen an die* **Verlagshandlung Eduard Besold, Leipzig, Salomonstr. 16,** *zu richten.*

Verlag von Eduard Besold (Arthur Georgi) in Leipzig. — Druck der kgl. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik — Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIV. Band. **1. Mai 1894.** **Nr. 9.**

Inhalt: **Keller**, Fortschritte auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie und -biologie (Schluss). — Festschrift für August Weismann. — **Chittenden**, Neuere physiologisch-chemische Untersuchungen über die Zelle. — **Keller**, Pädagogisch-psychometrische Studien (2. Mitteilung).

Fortschritte auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie und -biologie.

Von Dr. **Robert Keller**.

(Schluss.)

V. Anpassungen an die Niederschläge.

E. Stahl, Regenfall und Blattgestalt. Annales du Jardin botanique de Buitenzorg, Vol. XI, S. 98—182, 1893.

15) Neben der großen Gleichmäßigkeit der Wärme ist der große Wassergehalt der Luft ein besonders charakteristisches Merkmal des Tropenklimas. Es ist also zu erwarten, dass in der Pflanzenwelt Anpassungen an diese äußere Lebensbedingung nachzuweisen sind, deren Erkenntnis vielleicht auch einigen Aufschluss über gewisse Bau- und Gestaltungsverhältnisse unserer heimischen Pflanzen giebt.

Eine erste Anpassung ist, wie Stahl in seinen Untersuchungen über Regenfall und Blattgestalt zeigte, in der Blattgestalt zu sehen, in der Entwicklung einer oft langen, lineallanzettlichen, schwanzförmigen Spitze, die dem Blatte namentlich in jenen Fällen ein eigentümliches Aussehen verleiht, wo eine rundliche ganzrandige Spreite plötzlich in sie verjüngt ist. Stahl nennt diesen Fortsatz der Spreite die Träufelspitze. Sie ist unter den tropischen Pflanzenfamilien verschiedenster systematischer Stellung, bei Farnen, Gymnospermen, Monocotylen und Dicotylen, sehr verbreitet. Die Träufelspitze ist aber auch

nicht an eine bestimmte Form oder Beschaffenheit der Spreite gebunden. Einfache und zusammengesetzte Blätter, solche mit behaarter und glatter Fläche, von lederartiger, krautiger oder fleischiger Beschaffenheit zeigen sie. Die Träufelspitze ist bei manchen tropischen Pflanzen, die an sehr feuchten, schattigen Standorten wachsen, eine ziemlich breite, flache Rinne. „Bei allen Blättern mit breitrinnigem Träufelapparat tropft selbst bei spärlichem Regen das aufgefangene Wasser direkt von der Oberseite des Rinnenendes ab". Von den flachen in ein sehr dünnes Ende auslaufenden Träufelspitzen, die häufiger als die vorige Form sind, rieselt das Wasser bei heftigem Regen als zusammenhängender Faden herab. Eine nicht seltene Form der Träufelspitze, die auch bei vielen unserer heimischen Pflanzenarten, wie z. B. bei *Acer platanoides*, *Sambucus nigra*, *Urtica droica*, *Cannabis sativa* etc., sich findet, ist jene mit gekrümmtem Ende.

In welch hohem Grade die Trockenlegung der Spreite durch die Träufelspitze, die das Abfallen der Wassertropfen erleichtert, gefördert wird, stellte Stahl experimentell an einer Acanthacee (*Justicia picta*) fest. „Die Blätter dieser Acanthacee enden in eine etwa zentimeterlange oft säbelförmig gekrümmte Spitze, von welcher beim benetzten Blatte das Wasser in kleinen Tropfen abträufelt. Sechs möglichst gleich gestaltete Blätter dieser Pflanze wurden nebeneinander mittels Stecknadeln auf einem Brettchen befestigt, so dass die Spitzen über dasselbe hervorragten. Nachdem die Spreiten gleichmäßig mit Wasser bespritzt worden waren, wurde das Brettchen in einem Winkel von etwa 30° zum Horizont befestigt. Nach etwa 20 Minuten waren sämtliche Spreiten entweder ganz entwässert oder es befand sich nur noch an der Spitze ein kleiner, bald verdunstender Tropfen. Sofort wurde der Versuch wiederholt, nachdem aber vorher an drei Blättern mit der Scheere die Spitze entfernt und durch ein abgerundetes Ende ersetzt worden war. Während die unversehrten Blätter nach kurzer Zeit nur noch an der verlängerten Spitze benetzt waren, hielt sich an den künstlich abgerundeten Spreitenenden ein großer Wassertropfen, von dem aus das Wasser sich den vertieften Nerven entlang kapillar weit hinaufzog. Erst nach etwa einer Stunde waren auch diese Blätter wasserfrei". Aehnlich, zum Teil noch frappanter, waren die Versuchsergebnisse mit andern Pflanzen. Gleich benetzte Blätter von *Coffea arabica* waren durch die Träufelspitze nach einer viertel Stunde trocken gelegt, ohne dieselbe dauerte es bis zur Entwässerung zwei Stunden. Es vermag sich also an der fein ausgezogenen Spitze der Tropfen nicht so leicht zu halten, wie an der Spreite mit abgerundetem Ende. Je länger er ist, um so mehr rückt der hängende Tropfen von der Spreite weg, um so weniger also kann letztere von ihm aus durch kapillar aufsteigendes Wasser wieder befeuchtet werden. Die Bedeutung der säbelförmigen Krümmung ist darin zu suchen, dass von ihr,

wie Versuche mit Blättern von *Boehmeria urticaefolia* lehrten, in der gleichen Zeit dreimal so viel Tropfen abfielen, wie von der geraden Spitze. Die Tropfen waren aber kleiner. „Beschleunigt wird das Ueberfließen bei den Säbelspitzen dadurch, dass der der Oberseite aufliegende Tropfen stark über den untern Rand der gekrümmten Spitze hinaus überhängt. Von der Unterseite fällt dann der hängende Tropfen leicht ab".

Blätter mit Träufelspitze sind, wie z. B. das Eintauchen ins Wasser lehrt, durch leichte Benetzbarkeit ausgezeichnet, eine Eigenschaft die allerdings ja den jungen Blättern einer Pflanzenart in geringerem Grade zukommt, als den ältern.

Die Nerven sind in jenen Fällen, in denen sie etwas vertieft sind, die Bahnen, in welchen sich das Wasser je nach der Lage des Blattes entweder gegen dessen Basis oder gegen dessen Spitze bewegt. Nicht selten sind diese alsdann durch größere Benetzbarkeit von der übrigen Blattfläche verschieden. Analoge Verhältnisse sind auch bei einheimischen Pflanzen zu beobachten, in denen die Nervatur, nicht wie Lundström seiner Zeit annahm, der Wasseraufnahme, sondern der Trockenlegung dient. „Die Stengelinternodien von *Veronica chamaedrys* sind bekanntlich mit zwei herablaufenden, wasserhaltenden Haarreihen versehen und der rinnenförmige Blattstiel trägt auf seiner Oberseite ebenfalls randständige Haarreihen. Stellt man einen vorher durch Eintauchen in Wasser benetzten Spross dieser Pflanze aufrecht mit der Basis in ein mit Wasser gefülltes Glas, so sieht man die benetzten Blätter nach kurzer Frist von dem anhaftenden Wasser befreit. Selbst von dem etwas überhängenden Blattende tropft das Wasser meist nicht ab, sondern bewegt sich den eingesenkten Blattnerven und dem rinnenförmigen, am Rande behaarten Blattstiele entlang den Haarreihen des Stengels zu, um längs derselben dem Boden zugeführt zu werden. . . . Entfernt man die Haarreihen vom Stengel, . . . so bleibt das Wasser auf den Blättern und Blattstielen in großen Tropfen stehen, während es an den entsprechenden Teilen der intakten Sprosse bald nur noch in dünner, rasch verdampfender Schicht vorhanden ist. Bei dieser Pflanze wirken die benetzbaren Haarstreifen wie Löschpapiersauger. Sie entziehen der Blattfläche das Wasser, welches einmal in die Streifen aufgenommen dem Zug der Schwere folgend nach unten rinnt".

Papillöse Ausbildung der Epidermiszellen der sogenannten Sammtblätter dient ebenfalls einer raschen Trockenlegung der Blattoberseite. Der auffallende Wassertropfen wird durch sie vermöge ihrer großen Benetzbarkeit sofort in eine dünne rasch verdunstende Wasserschicht ausgebreitet. Der Ueberschuss träufelt durch die Blattspitze ab. So sind also gerade jene Tropenpflanzen, welche an den allerfeuchtesten und schattigsten Standorten gedeihen, durch die höchst entwickelten Einrichtungen zur Trockenlegung der Spreite ausgezeichnet.

Wenn die Bedeutung der Träufelspitze die im voranstehenden auseinandergesetzte ist, dann wird man erwarten dürfen, dass zwischen der Benetzbarkeit der Spreite und ihrer Entwicklung eine gewisse Korrelation besteht. Sie wird den Blättern fehlen, deren Oberfläche nicht benetzbar ist. In der That beobachten wir, um aus den zahlreichen Beispielen, die Stahl erwähnt, nur eines auszulesen, dass in der Gattung *Rhus* die oberseits leicht benetzbaren Fiedern bei *R. typhina*, *R. glabra*, *R. toxicodendron* in eine lange Träufelspitze auslaufen, während die rundlichen vorn stumpfen oder abgerundeten Blätter von *R. cotinus* schwer benetzbar sind. „Der Umstand, dass die Blätter, von deren Oberfläche das Wasser abrollt ohne sie zu benetzen, des Träufelapparates entbehren, ist ein neuer indirekter Beweis für die Bedeutung der Träufelspitze".

Welches ist nun die Bedeutung der Entwässerung der Blattfläche? Der Nutzen der Wasserableitung kann in folgenden Momenten gesucht werden. Der erleichterte Abfall des Regenwassers entlastet das Blattwerk. Durch die leichte Entwässerung wird die Reinigung der Blattoberfläche, wie schon Junger in einer Studie über die Pflanzen von Kamerun darthut, befördert. „Das Wasser spült die Blattoberfläche rein von kleinen Tieren und deren Exkrementen und ebenso von allen Moosen, Flechten, Algen und Pilzsporen, welche sich beim Vorhandensein der Absonderungsprodukte dieser Tiere anheften und keimen können". Diese die Blätter überwuchernde Vegetation ist aber oft eine sehr üppige, so dass die Assimilations- und Transpirationsthätigkeit allerdings in schädigender Weise beeinträchtigt werden kann. Eine sichere Beziehung zwischen der Epiphyllenvegetation und der leichten Entwässerung ist aber doch noch nicht gefunden, da natürlich nur umfangreichere Vergleichungen, welche auch die die Ansiedelung mehr oder weniger erleichternde Oberflächenbeschaffenheit und die die Vermehrung der Ansiedler begünstigende Lebensdauer der Blätter zu berücksichtigen haben, diese Frage wirklich zu entscheiden vermögen.

Von Einfluss auf die Transpiration muss die Entwässerung werden. Die außerordentliche Feuchtigkeit der Luft ist zwar, wie die riesigen Dimensionen oft dünner Blätter beweisen, der Flächenentwicklung der Assimilationsorgane und damit der Assimilation sehr förderlich. Dagegen sind „die Bedingungen für eine ergiebige Transpiration, welche eine hauptsächliche Bedingung der Aufnahme mineralischer Nährstoffe ist, wieder sehr ungünstig und man wird daher erwarten dürfen, nicht nur in der Größe und Dünnheit der Blätter, sondern auch in innern anatomischen Eigentümlichkeiten Einrichtungen zu finden, „durch welche die Transpiration gesteigert werden kann". Die rasche Wasserableitung muss nun namentlich da, wo die Blätter dem direkten Sonnenlichte seltener ausgesetzt sind, für die wirksame Transpiration von größter

Bedeutung sein. Haftet das Wasser in großen Tropfen auf der Fläche, dann werden sie sich wenigstens da, wo das Blatt nicht der direkten Sonnenbestrahlung ausgesetzt ist, lange zu halten vermögen „und während ihres langsamen Verdampfens die Temperatur des Blattes herabsetzen und mithin die Wasserdampfabgabe durch die Spaltöffnungen wesentlich beeinträchtigen".

Kerner hat in seinem Pflanzenleben auf die Bedeutung der Entwässerung des Blattwerkes für die Berieselung der Wurzeln aufmerksam gemacht. Wenn diese für unsere einheimischen Pflanzen wesentlich werden kann, so ist sie jedenfalls für die im feuchten tropischen Klima vegetierenden Pflanzen erst recht von Bedeutung.

Die Träufelspitze ist, wie die Vergleichung verschiedener Specialfloren Javas lehrt, ein eigentliches Wahrzeichen der hygrophilen Flora. „In dem lichten Gebüsch, auf dem fast 3000 m hohen Gipfel des Pangerango, fehlt es allerdings nicht an Sträuchern mit gut entwickelter Träufelspitze, doch sind dies meist Arten, die aus tiefern Lagen bis hierher emporgestiegen sind. Viele der charakteristischen Bewohner jener bedeutenden Bergeshöhen haben am Ende abgerundete oder gar ausgerandete Blätter. Lange Träufelspitzen sind selten auf diesen lufttrockenen Berggipfeln, deren Vegetation einen ausgesprochenen Xerophytenhabitus aufweist. Auch in den verschiedenen Formationen des Meeresstrandes ist, was bei dem xerophyten Charakter jener Standorte leicht zu begreifen ist, die Zuspitzung der Blattspreiten zu einem Träufelapparate nur selten vorhanden. Ueberhaupt wird man finden, dass Blätter, die durch ihre übrige Organisation gegen starke Verdunstung geschützt sind, entweder keine oder doch nur kurze Träufelapparate besitzen. Die langen Anhängsel, die unter günstigeren Vegetationsverhältnissen gewöhnlich schon frühzeitig, lange vor dem Absterben des übrigen Blattes, zu vertrocknen beginnen, verbieten sich dort, wo die Blätter immer oder auch nur vorübergehend mit Wassernot zu kämpfen haben".

Schon im Vorangehenden wurde gelegentlich darauf hingewiesen, dass auch an unseren einheimischen Pflanzen die Träufelspitze zu beobachten ist und zwar hauptsächlich an schattenreichen und feuchten Standorten. Interessant ist ein Vergleich in dieser Beziehung zwischen mitteleuropäischen Arten und vikariierenden der vereinigten Staaten. „Die Blätter des *Carpinus carolinia* sind länger zugespitzt als die von *C. betulus*; die amerikanische Buche hat nicht nur stärker gesägte, sondern auch länger zugespitzte Blätter als ihre europäische Verwandte. Bei unserer europäischen Zitterpappel sind die Blätter am Ende stumpflich oder spitz, bei der vikariierenden nordamerikanischen *Populus tremuloides* sind sie dagegen mit kurz vorgezogener scharfer Spitze versehen. *Viburnum americanum* hat viel länger zugespitzte Blattlappen als unser ihm nächst verwandtes *V. opulus*". Daraus muss

man also schließen, dass diese amerikanischen vikariierenden Arten unter anderen Feuchtigkeitsverhältnissen stehen als ihre europäischen Verwandten. Die klimatologischen Verhältnisse sind in der That in Nord-Amerika denen feuchttropischer Klimaten während des Sommers ähnlich. „Die hohe Sonnenwärme neben reichlichen Niederschlägen, die zumeist in Form von Gewittern fallen, und eine denselben entsprechende Luftfeuchtigkeit geben dem Klima im Osten der vereinigten Staaten im Sommer ein halbtropisches Gepräge“ (Hann).

Kann man nun auch nicht aus dem Fehlen der wasserableitenden Spitze ohne weiteres auf ein trockenes Klima schließen, so weist doch das Vorkommen der Träufelspitze auf eine an Niederschlägen reiche Heimat der Pflanze hin. Damit erhält die Blattgestalt auch ein große Bedeutung als Wegleiterin bei der Beurteilung klimatologischer Verhältnisse früherer geologischer Perioden. „Einen sichern Rückschluss gestatten die ganzrandigen Blätter mit plötzlich verjüngter Spitze. Diese Folgerung von Blattgestalt auf Klima ist gewiss weit zuverlässiger als die auf die oft zweifelhafte Familienzugehörigkeit fossiler Pflanzenreste gegründete, da hier immer der Einwand offen bleibt, dass Familien, die man jetzt nur aus den Tropen kennt, in frühern Erdperioden vielleicht, wenigstens in manchen Vertretern, in ihren Ansprüchen auf Wärme und Feuchtigkeit sich anders verhalten haben können als in der Jetztzeit. In unserem Fall haben wir es mit einem Merkmal zu thun, welches Pflanzen aus den verschiedensten Verwandtschaftskreisen bis zu den uralten Farnen hinab zukommt und ein sehr verbreitetes Anpassungsmerkmal darstellt, das gewiss auch schon in frühesten Landfloren zur Ausbildung gelangt sein wird, vorausgesetzt, dass die entsprechenden klimatischen Verhältnisse geherrscht haben“. Da Stahl selbst diesen Gedanken nicht weiter verfolgt, wollen wir am Schlusse des Referates dieser Angelegenheit für einige vorweltlichen Florengebiete unsere Aufmerksamkeit zuwenden.

Eine andere Erscheinung, die wohl ebenfalls als eine Anpassung an die reichlichen und häufigen Niederschläge aufzufassen ist, erwähnt Stahl. „Während bei unseren einheimischen Bäumen und Sträuchern die aus der Knospenlage getretenen Blätter meist lange vor ihrer vollen Ausbildung die endgiltige, hauptsächlich vom Lichte abhängige Stellung einnehmen, tritt die definitive Lage der Blätter vieler Tropenpflanzen erst nach vollendetem oder doch beinahe vollendetem Wachstum der Spreite ein. Vorher hängt die letztere mit abwärts gerichteter Spitze schlaff von den Zweigen herab und manche Bäume und Sträucher erhalten dadurch zur Zeit der Blattentfaltung ein sehr eigentümliches Aussehen, welches nicht selten noch dadurch erhöht wird, dass die jungen Blätter eine vom Grün abweichende oft bunte Färbung besitzen“. Diese hängende Stellung können aber nicht nur die Blätter, sondern auch die Zweige bis zur völligen Entwicklung jener einnehmen.

Solche Hängeblätter finden sich bei Arten sehr verschiedener Familien, nicht nur bei solchen, die nur in den Tropen verbreitet sind, sondern auch bei tropischen Repräsentanten von Genera der gemäßigten Zone, wie z. B. bei Eichen- und Ahornarten.

Hängeblätter und Hängezweige finden sich bei Holzgewächsen der gemäßigten Zone nur selten. Stahl macht auf *Aesculus hippocastanum* aufmerksam, dessen Blattstiel bei der Entfaltung der Triebe sogleich annähernd die definitive Stellung einnimmt, während die zarten, leicht zerschlitzbaren Blättchen dies erst viel später thun.

Die Hängelage hat wohl zunächst eine physiologische Bedeutung. Die hohe Wärme und die große Luftfeuchtigkeit des tropischen Klimas ermöglichen eine außerordentlich rasche Entfaltung der Zweige und Blätter. „Die Entfaltung wird am schnellsten vor sich gehen können, wenn an den wachsenden Teilen die Verdickung der Zellwände, die Ausbildung besonderer mechanischer Elemente, welche hemmend auf das Wachstum wirken, vorderhand unterbleiben". Aber die Beobachtung, dass die Erscheinung des Hängens der Zweige und Blätter nur wenigen Gattungen zukommt, und dass auch die hängenden Blätter keineswegs allgemein verbreitet sind, lässt es zweifellos erscheinen, dass der Erscheinung auch eine biologische Bedeutung zukommt.

Es ist kaum zu bezweifeln, dass man es hier mit einer Schutzvorrichtung der jugendlichen noch zarten Teile zu thun hat. Die Versuche ergeben, dass im Schutz, den die hängende Lage gegen direkte Insolation und damit auch gegen die transspirationssteigernde Wirkung der Sonnenstrahlen bietet, ihre Bedeutung nicht zu suchen ist. Durch ihre Lage sind aber die zarten Blätter in hohem Maße vor den mechanischen Schädigungen des fallenden Regens geschützt. „Bei der großen Mehrzahl der Tropenpflanzen fällt das Austreiben neuer Triebe in den Beginn der Regenzeit, welche in dieser Beziehung unserem Frühling entspricht. Fast täglich gehen dann Regengüsse nieder, von denen man trotz aller Beschreibung sich keine richtige Vorstellung zu bilden vermag, wenn man nicht selbst das Prasseln der schweren Regentropfen auf dem Laubdach der Tropenbäume gehört und die Verwüstung gesehen hat, welche die wolkenbruchartigen Niederschläge häufig hervorrufen. Tausende von Blüten, altes und junges Laubwerk, ja ganze Aeste liegen nach starken Regengüssen auf den Boden umher. Es leuchtet ein, dass die jungen, in Entfaltung begriffenen Blätter der Bäume jener Regionen in weit stärkerem Maße gefährdet sind, als die unserer einheimischen Gewächse. Zerschlitzung und Zerreissung der jungen Spreiten und gar völlige Abtrennung unter der Wucht der auffallenden Tropfen wird das Loos der Blätter sein, die nicht von hinreichend fester Beschaffenheit oder durch die Lage ihrer Spreite gegen den Regenfall geschützt sind. Es darf daher nicht Wunder nehmen, wenn zahlreiche Pflanzen aus verschiedenen Familien ihre jungen

Blätter durch Vertikalstellung schützen und man wird wohl nicht irre gehen, wenn man die Hängelage der jungen Blätter als eine Anpassung an die starken Regengüsse der Tropen betrachtet. . . . . So lange die Blätter noch zart sind, können sie bei ihrer Hängelage von den fast immer vertikal niedergehenden Regentropfen nur unter sehr spitzen Winkeln getroffen werden. Die Aufrichtung erfolgt erst dann, wenn das ausgewachsene, fester gewordene Blatt besser im Stande ist der Wucht des Regens zu trotzen".

Dauernde Hängeblätter findet man bei verschiedenen Arten, die durch gewaltige Entwicklung ihrer ungeteilten Spreiten ausgezeichnet sind. Für sie ist ja die Gefahr der Beschädigung durch den fallenden Regen ganz besonders groß.

Nicht nur die Blattstellung, sondern auch die Blattgestalt steht zum Regenfall in ganz bestimmter Beziehung. . . „Zerteilung der Spreite in Lamellen, die unabhängig von einander sich biegen und wieder aufrichten können, ist für die horizontale Blattspreite ein sehr einfaches Mittel den vom Regenfall drohenden Gefahren zu begegnen. Der Regenfall ist in seinem Einfluss auf die Blattgestalt, natürlich nicht ein direkt formbestimmender Faktor, vielmehr auf die Auslese der geeigneten Variation beschränkt. „Die sichtende Auslese hat nur diejenigen Formen bestehen lassen, die sich dem Regenfall in der einen und andern Weise angepasst haben".

Der gefahrbringenden Wucht des fallenden Regens kann das einfache Blatt entweder durch seine große Elastizität gepaart mit Biegsamkeit oder durch beträchtliche Derbheit begegnen. „Die lederartige Beschaffenheit der Blätter fast sämtlicher großblätteriger Tropenbäume ist von diesem Gesichtspunkte aus — der andere nicht auszuschließen braucht — begreiflich". Kann die Spreite durch den anprallenden Regen in einzelne Streifen geschlitzt werden, dann wird das Blatt auch durch den heftigsten Regenfall, durch stärksten Wind nur schwer geknickt werden, da die beweglichen Blattstreifen dem Regen und Wind keine große Angriffsfläche mehr bieten. Diese Anpassung ist bei Musaceen, die die größten einfachen Blattspreiten besitzen, verwirklicht.

Diese Zerschlitzbarkeit wird unter Umständen durch eine besondere Entwicklungsweise, wie Karsten für die südamerikanische *Heliconia dasyantha* zeigte, vorbereitet. „Die Zerreissung, die einer Seitenrippe entlang stattfindet, beginnt in der Mitte zwischen Rand- und Hauptrippe des Blattes und zwar geht sie zunächst von der Unterseite der Lamina aus, deren Oberhaut stets dicht einem Nerven entlang gesprengt wird. Die im intakten Blatt vorhandenen Spannungen verdanken ihre Entstehung dem frühzeitigen Absterben eines schmalen Randstreifens zur Zeit, wo die gesamte Mittelpartie der Blattspreite noch nicht völlig ausgewachsen ist. Die Spannungen verraten sich schon äußerlich durch mehr oder weniger auffallende Krümmungen

der Spreite und sind so stark, dass schon der Anprall weniger großer Regentropfen genügt, um die Lamina zum Platzen in einzelne sich entweder gleich oder auch erst später vollständig von einander trennende Streifen zu bringen. Werden die Pflanzen durch ein Dach gegen den Tropfenfall geschützt, so bleiben die Spreiten der neuentfalteten Blätter ganz, auch wenn sie dem Einfluss des Windes ausgesetzt sind". Da diese Streifen die Assimilation noch lange besorgen können, erweist sich also die Zerschlitzbarkeit als eine sehr gute Anpassung. Bei den Palmen kommt ein gleiches Verhältnis trotz der Größe ihrer Blätter nur selten vor. Gewöhnlich sind bei ihnen die der Anlage nach einfachen Spreiten schon beim Austritt aus der Knospenanlage zerschlitzt. „Was bei den Musaceen in roher, unvollkommener Weise gewissermaßen dem Zufall, d. h. den direkten Einflüssen von Regen und Wind überlassen ist, wird hier im normalen Entwicklungsgang des Blattes durch eigentümliche Wachstums- und Differenzierungsvorgänge hergestellt; die Teilungen der Spreite entstehen durch Auflösung und Zerreissung der an den Falten des jugendlichen Blattes liegenden Gewebepartien".

In der Anpassung an den Stoß starken Regenfalles kommt also das Prinzip der Materialersparnis zum Ausdruck. Denn wenn eine Spreite von gleicher Gesamtoberfläche und im übrigen gleicher Struktur vor dem Geknicktwerden ebenso geschützt sein soll, wie die gleich große zerschlitzte und deshalb leicht ausbiegende Spreite, dann muss sie ungleich stärker, also mit ungleich mehr Material gebaut sein.

Eine Anpassung an den Regenfall liegt auch dann vor, wenn mit der Vereinfachung der Spreite eine Verlängerung verbunden ist, wie bei vielen tropischen Eichenarten. Denn durch die Verlängerung wird eine elastischere, dem Regen also leicht nachgiebige Lamelle erzeugt.

Bei vielen unserer Kräuter beobachten wir, dass die Blätter in zweierlei Stellung oder in zweierlei Formen vorkommen. Im ersten Fall sind die grundständigen Blätter ausgebreitet, die stengelständigen dagegen mehr oder weniger aufrecht. Die dem Boden anliegenden Blätter sind natürlich der Gefahr der Knickung oder Abtrennung viel weniger ausgesetzt als die stengelständigen; denn für jene dient der Boden als Widerlage. So erweist sich also die aufrechte Stellung als Schutz gegen Stoß durch fallenden Regen. Das gleiche gilt für die Entwicklung zweierlei Blattformen. Die stengelständigen Blätter haben die Teilung ihrer Spreite weiter entwickelt als die grundständigen, welche oftmals im Gegensatz zu jenen ungeteilt sind.

Festschrift für August Weismann.

Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br., VIII. Bd. Zoologische Abhandlungen, August Weisman zu seinem sechzigsten Geburtstage, 17. Januar 1894, gewidmet von C. Apstein, H. Blanc, O. Bürger, F. Dahl, A. Fritze, A. Gruber, V. Häcker, H. Henking, C. Ischikawa, E. Korschelt, O. vom Rath, H. E. Ziegler und von der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br. Mit 6 Tafeln und 14 Abbildungen im Text.

Bei dem erhöhten Eifer, mit welchem in neuerer Zeit das Studium der Kernteilung von den verschiedensten Seiten gefördert wird, ist es einleuchtend, dass man auch den Vorgängen der Kernteilung bei den Protozoen ein besonderes Interesse zuwendet. Auch bei den Einzelligen scheint nach den neueren Untersuchungen die indirekte Kernteilung die Regel zu sein und das biologische Centralblatt hat selbst bereits eine Reihe von Originalartikeln gebracht, welche sich mit dieser Frage beschäftigen. In seiner Untersuchung „über die Kernteilung bei *Noctiluca miliaris*“ weist Ischikawa eine typische Mitose mit deutlicher Längsspaltung der Chromosomen und das Vorhandensein von Archoplasma und Centrosomen nach. Für andere Flagellaten liegen entsprechende Untersuchungen von Fisch, Zacharias, Blochmann, Wolfgramm und Keuten vor (vergl. Biol. Centralbl., Bd. XIV, 1894, S. 87 und 194).

Unter dem Titel „Amöbenstudien“ veröffentlicht Gruber einige Beobachtungen an den Kernen sich teilender Amöben, welche ihm darauf hinzudeuten scheinen, dass die indirekte Kernteilung, welche für *Euglypha* und *Arcella* unter den beschalten Rhizopoden nachgewiesen ist, auch in der Unterordnung der nackten *Amoebaeformia* vorkommt. Der ruhende Kern der untersuchten Amöben stellt ein bläschenförmiges Gebilde dar, welches im Inneren eine zentrale maulbeerförmige Chromatinkugel enthält. Diese Chromatinkugel erscheint in den beiden Tochterkernen in eine Anzahl schwach färbbarer Körnchen aufgelöst. Gruber schließt sich der Ansicht Ziegler's an (Biol. Centralbl., XI, 1891, S. 372), dass die mitotische Kernteilung auch bei den Protozoen die ursprüngliche Form ist, und dass alle Kerne, welche zur weiteren Fortpflanzung bestimmt sind, sich auf indirektem Wege teilen, während diejenigen, welche dem früheren oder späteren Untergang geweiht sind, einer amitotischen Zerschnürung verfallen. Die vor kurzem (S. 161 dieses Jahrganges) veröffentlichte Mitteilung von Schaudinn zeigt aber, dass bei den Foraminiferen im normalen Verlauf des Vermehrungsprozesses eine gleichmäßige direkte Zerteilung der Kernsubstanz in zahlreiche Teilstücke erfolgt, welche zu ebensovielen Tochterkernen werden.

Wie bei den Protozoen sind auch bezüglich der Metazoen die Ansichten über die Bedeutung der Amitose bis jetzt noch nicht völlig zur

Klarheit gediehen, doch scheint es in der Mehrzahl der Fälle sicher nachgewiesen, dass hier die direkte Kernzerschnürung die Degeneration der Zelle einleitet oder dass wenigstens die auf solche Weise entstandenen Zellen sich nicht weiter vermehren. In Anbetracht des wichtigen und bestimmenden Einflusses, welchen der Kern im Leben der Zelle ausübt, müssen wir Ziegler beipflichten, wenn er in seinem Aufsatz „über das Verhalten der Kerne im Dotter der meroblastischen Wirbeltiere" darauf hinweist, dass auch die Degenerationsformen der Kerne einer eingehenden Betrachtung wert sind. „Wenn man bei den Kernen die Zeichen der Degeneration genau kennen würde, so wäre dies auch für die histologische Deutung der Zellen oft von großem Vorteil, da man dann aus dem Aussehen des Kerns auf seine biologischen Verhältnisse, eventuell auf den bevorstehenden Untergang der Zelle schließen könnte". Von diesem Gesichtspunkte aus hat er die großen Kerne untersucht, welche im Dotter meroblastischer Wirbeltiereier nach Ablauf der Furchung zurückbleiben. Diese von ihm als Meganuclei bezeichneten Kerne liefern durch direkte Zerschnürung Tochterkerne, aus welchen nach der Ansicht einzelner Autoren Blastodermzellen hervorgehen sollen, welche sich später durch indirekte Teilung weiter vermehren. Nach seinen jetzt hauptsächlich an *Torpedo ocellata* angestellten Untersuchungen tritt Ziegler dieser Meinung entschieden entgegen, seine frühere, auch von Hennegny, Wilson, Mehnert und anderen geteilte Ansicht, dass vom Zeitpunkte des Beginnes der Gastrulation an diesen Kernen und den aus ihnen hervorgegangenen Teilungsprodukten keinerlei morphologische Beteiligung am Aufbau des Embryos zukommt, von neuem bestätigend. Ebensowenig beteiligen sich dieselben an der Bildung von Blut- und von Wanderzellen, eine Ansicht, worin er jetzt noch besonders Hoffmann und J. Nusbaum zum Gegner hat. Die wirkliche Bedeutuug der in Rede stehenden Kerne beruht auf ihrer physiologischen Thätigkeit bei der Assimilation des Dottermateriales. Ueber ihren Ursprung müssen weitere Untersuchungen angestellt werden. Rückert (Anat. Anz., 1892) hat beobachtet, dass die in frühen Furchungsstadien gefundenen Mitosen der Dotterkerne nur halb so viel Chromosome zeigen wie die Mitosen der Blastomeren und daraus geschlossen, dass dieselben von eingedrungenen überzähligen Spermatosomen herrühren müssten, deren Kerne bekanntlich nur die halbe Chromosomenzahl enthalten. Dieser Beweis ist aber nach Ziegler deshalb nicht bindend, weil durch neuere Untersuchungen dargethan ist, dass auch bei anderen Zellen derartige halbzählige Mitosen vorkommen. Die Meganuclei könnten also dennoch wohl aus Kernen der Furchungszellen hervorgegangen sein oder sie stammten vielleicht auch von beiden her.

Ueber Polyspermie hat Blanc [„Etude sur la fécondation de l'oeuf de la Truite"] am Ei der Seeforelle, *Trutta lacustris*, Be-

obachtungen anzustellen Gelegenheit gehabt, welche weiteres Material zur späteren Lösung der Frage liefern, wenn sie dieselbe auch vorderhand nicht zur Entscheidung bringen. Polyspermie tritt bei der Forelle nicht regelmäßig, aber doch ziemlich häufig ein und ist nach Blanc nicht als pathologischer Zustand zu betrachten. Der normale Befruchtungsvorgang wird durch die eingedrungenen überzähligen Samenkörper nicht gestört, nur der zuerst eingedrungene bildet sich zum männlichen Vorkern um, die anderen erzeugen als Nebenspermakerne eine Attraktionssphäre, gehen später aber höchst wahrscheinlich zu Grunde. Vom Befruchtungsvorgange ist es Blanc gelungen, ohne Lücke alle wichtigen Stadien zur Ansicht zu bekommen. Der Schwanz des Samenkörpers wird nicht abgeworfen, sondern dringt mit in das Ei ein, wie dies von Kupffer und Bennecke auch bei *Petromyzon* beobachtet worden ist. Die Attraktionssphäre des männlichen Vorkernes entsteht aus dem Kopf des Samenkörpers, diejenige des weiblichen Vorkernes aus dem Kern des Eies, nachdem dieser die beiden Richtungskörper gebildet hat. Die beiden Vorkerne erhalten allmählich das gleiche Aussehen und auch genau dieselbe Größe, so dass sie schließlich nicht mehr von einander zu unterscheiden sind. Sobald sie aneinandergerückt sind, verschmelzen zunächst die Attraktionssphären, welche hier eine homogene helle Masse darstellen und kein Centrosom im Inneren erkennen lassen, dann erst die beiden Kerne.

Eine besondere Art der Eibildung wurde von Korschelt [„über eine besondere Form der Eibildung und die Geschlechtsverhältnisse von *Ophryotrocha puerilis*“] an einem kleinen, bis 9 mm langen Anneliden des Mittelmeeres beobachtet. Am distalen Ende des Ovariums differenzieren sich die ursprünglich ganz gleichartigen Geschlechtszellen in zwei Formen: die einen bekommen sehr große und chromatinreiche Kerne, welche eine unregelmäßige Gestalt annehmen und die Merkmale zeigen, die man sonst an den Kernen sezernierender Zellen wahrnimmt, die Kerne der anderen Zellen dagegen bleiben kleiner und durchsichtig. Letztere Zellen erweisen sich als Eier, die ersteren als Nährzellen. Sie sind derartig verteilt, dass immer je eine Nährzelle neben einem Ei liegt. Indem sich beide inniger mit einander vereinigen, lösen sie sich gleichzeitig zusammen vom Eierstock ab, so dass die Zellenpaare dann frei in der Leibeshöhle flottieren. So lange sie noch am Eierstock hafteten, überwog das Wachstum der Nährzelle, später kehrt sich das Verhältnis um, indem die Eizelle sich auf Kosten der Nährzelle vergrößert, welche schließlich ganz verschwindet. „Dieser Fall von Nährzellenbildung erscheint deshalb besonders einfach und instruktiv, weil immer nur eine Zelle einem Ei mitgegeben wird und weil diese beiden miteinander vereinigten Zellen infolge ihres freien Flottierens völlig unabhängig von anderen Zellen sind. Die Vermutung liegt hier ebenso wie bei

den Nährzellen anderer Tiere nahe, dass es sich um abortive Eizellen handelt, welche die Funktion von Nährzellen annehmen". Die Männchen von *Ophryotrocha puerilis* wurden von den früheren Beobachtern übersehen, Korschelt fand, dass sie beinahe ebenso häufig sind wie die Weibchen. Außerdem machte er die Entdeckung, dass bei dieser Art außer Männchen und Weibchen auch noch Zwitter vorkommen. Diese zeigen ein vielfach wechselndes Verhalten. Häufig findet man Exemplare, wo die männlichen und weiblichen Geschlechtsdrüsen völlig von einander getrennt sind, indem die vorderen Segmente nur Hoden, die hinteren nur Eierstöcke enthalten. In anderen Fällen findet man in der mittleren Körperregion Geschlechtsdrüsen, welche gleichzeitig Eier und Samenfäden entstehen lassen, also echte Zwitterdrüsen, während vorn echte Hoden, hinten echte Eierstöcke in demselben Individuum vorhanden sind. Schließlich kann man auch bei vorwiegend weiblichen Tieren mitunter einzelne Eierstöcke beobachten, welche nebenbei Samenfäden produzieren und umgekehrt bei vorwiegend männlichen Tieren Hoden, welche, auch in den vorderen Segmenten, an einzelnen Stellen Eier hervorbringen. Die Reife der männlichen Geschlechtsprodukte pflegt derjenigen der weiblichen vorauszugehen, so dass in der Regel die Selbstbefruchtung ausgeschlossen ist.

Bürger bringt als Beitrag „Studien zu einer Revision der Entwicklungsgeschichte der Nemertinen". Die Kopf- und Rumpfscheiben, aus welchen der Embryo im Pilidium zusammenwächst, bestehen in den frühesten Stadien aus zwei Zellschichten, einem hohen äußeren Zylinderepithel, welches sich von dem eingestülpten Ektoderm des Pilidium herleitet, und einem dünnen inneren Plattenepithel, welches vom Mesoderm, d. h. von den Zellen der Gallerte gebildet wird. Das Zylinderepithel wird später mehrschichtig und lässt das Epithel der Nemertine, die Kutis, die äußere Längsmuskelschicht und das Nervensystem aus sich hervorgehen. Letzteres entsteht nicht aus den Kopfscheiben allein, wie Salensky angibt, diese bringen vielmehr nur die dorsalen Ganglien hervor; die ventralen Ganglien dagegen und die Seitenstämme entstehen in den Rumpfscheiben. Die Bildung der Ring- und inneren Längsmuskelschicht konnte aus Mangel an Material beim Pilidium nicht untersucht werden. In der Desor'schen Larve nehmen sie ihren Ursprung aus dem Mesoderm, so dass der dreischichtige Hautmuskelschlauch der Schizonemertinen also doppelten Ursprunges ist. Die Anlage des Rüssels entsteht aus einer besonderen, vorn zwischen den Kopfscheiben liegenden Einstülpung der Larvenhaut, nicht aus den Kopfteilen selbst. Bezüglich der Nephridien wird die Angabe Hubrechts bestätigt, dass dieselben als paarige Ausstülpungen vom ektodermalen Oesophagus aus gebildet werden.

Durch die interessanten Untersuchungen von Boas „über den ungleichen Entwicklungsgang der Salzwasser- und der

Süßwasserform von *Palaemonetes varians*" (Zool. Jahrbücher, IV, Abt. f. Systematik u. s. w., 1889, S. 793) haben wir erfahren, dass diese Garneele, welche im nördlichen Europa im Salz- und Brackwasser, im südlichen Europa aber im süßen Wasser lebt, je nach ihrem Aufenthaltsort eine ganz verschiedene Entwicklung durchläuft, trotzdem die ausgebildeten Tiere sich vollkommen gleichen. Während die Salzwasserform als *Zoea* das Ei verlässt und sich selbständig ernährt, schlüpft aus dem doppelt so großen, mit reichlichem Nahrungsdotter versehenen Ei der Süßwasserform die viel plumpere Larve in einem bereits weiter fortgeschrittenen Stadium aus und ernährt sich anfangs nicht selbständig, sondern zehrt von den im Körper aufgespeicherten Dottervorräten. Erstere tritt nach dreimaliger Häutung in ein deutliches *Mysis*-Stadium, letztere erreicht schon nach einmaliger Häutung das entsprechende Stadium, welches aber kaum angedeutet ist, da hier am dritten und vierten Thoracalfuß der bei der Salzwasserform vorhandene äußere Ast fehlt. Hoffentlich werden diese Beobachtungen bald dazu anregen, durch systematisch durchgeführte Zuchtversuche festzustellen, ob es möglich ist, auch künstlich in unseren Aquarien durch allmähliche Aenderung des Salzgehaltes die Meeresform in die Süßwasserform überzuführen und umgekehrt. Die Frage „inwieweit durch äußere Bedingungen die Phasen der Entwicklung verschoben und ihre einzelnen Bilder verändert werden können, ohne dass das Schlussglied der Entwicklungsreihe, die fertige Form, modifiziert wird" hatte auch Häcker bei seiner Arbeit „über die Entwicklung der Wintereier der Daphniden" im Auge, als er dieselbe bei *Moina paradoxa* und einigen anderen untersuchte, um den verschiedenen Entwicklungsgang festzustellen, welchen das Tier durchläuft, je nachdem es sich aus einem Winterei oder aus einem Sommerei entwickelt. Es stellte sich heraus, dass die ersten Einkerbungen an der Oberfläche des Embryo, welche die Gestaltbildung einleiten, im Winter- oder Dauerei relativ früher auftreten als im Sommerei, nämlich schon vor Ausbildung der Keimblätter, beim Sommerei dagegen erst nachdem sich das untere Blatt vom Ektoderm losgetrennt hat. Die Dotterkerne entstehen im Winterei schon in den letzten Furchungsstadien, im Sommerei dagegen erst nach Bildung des unteren Blattes.

„Ueber Saison-Dimorphismus und -Polymorphismus bei japanischen Schmetterlingen" hat Fritze in Japan Untersuchungen und Zuchtversuche angestellt und dabei unter anderem die bemerkenswerte Beobachtung gemacht, dass *Papilio machaon* und *Colias hyale*, welche bei uns während des Jahres in zwei völlig gleich gefärbten Generationen fliegen, dort mit der steigenden Jahrestemperatur an Größe zunehmen und ihre Farbe verändern. *Polyommatus phlaeas* hat in Lappland nur eine Generation, in Deutschland zwei gleich gefärbte, in Südeuropa zwei verschieden gefärbte, in Japan drei ver-

schieden gefärbte Generationen, welche wie dies auch bei den beiden oben angeführten Tagfaltern der Fall ist, durch Uebergangsformen verbunden sind.

„Ueber abnorme Zustände im Bienenstock" berichtet vom Rath. In einem weisellosen Bienenstocke waren abnormer Weise von den Arbeitsbienen eine Anzahl Drohnen nach Art der Königinnen gefüttert worden. Sie erreichten eine auffallende Größe und die mikroskopische Untersuchung der Geschlechtsorgane ergab eine auffallende Hemmungsbildung derselben. Die Samenentwicklung war beträchtlich zurückgeblieben, von den Ausführungsgängen waren nur Spuren vorhanden, die Vesiculae seminales aber und der Kopulationsapparat fehlten gänzlich.

Henking liefert „Beiträge zur Kenntnis von *Hydrobia ulvae* Penn. und deren Brutpflege". Weibchen, Männchen und Junge dieser prosobranchiaten Schnecke tragen zu gewisser Jahreszeit außen auf ihrer Schale kleine Eihäufchen, welche von einer aus Steinchen zusammengesetzten Hülle überdeckt und geschützt sind. Die Ablage der Eier konnte allerdings nicht beobachtet werden, doch ist es außer Frage, dass dieselben der *Hydrobia* und keinem anderen Mollusk zugehören und dass sie von den trächtigen Weibchen auf den Schalen ihrer Artgenossen abgelegt werden.

Ueber Planktonzählungen berichten Dahl „Die Copepodenfauna des unteren Amazonas" und Apstein „Vergleich der Planktonproduktion in verschiedenen holsteinischen Seen". Erstere hat die auf der Planktonexpedition an der Mündung des Amazonenstromes gefischten Copepoden bearbeitet, von denen er eine größere Anzahl neuer Arten und die neue Gattung *Weismanella* beschreibt. Die nach dem Salzgehalt des Wassers in verschiedenen Schichten wechselnde Zusammensetzung der Fauna wird durch eine Zahlentabelle näher erläutert. Apstein führte die Untersuchung des Planktons der holsteinischen Seen, über welche er im XII. Bande des Biolog. Centralblattes berichtet hat, weiter und stellte fest, dass das Plankton benachbarter Seen sowohl hinsichtlich des in gleicher Wassermenge vorhandenen Quantums als auch bezüglich der Anzahl der Tier- und Pflanzenarten, welche dasselbe zusammensetzen, oft sehr beträchtliche Unterschiede zeigt, selbst wenn die Seen nahe bei einander liegen und sogar durch einen Fluss verbunden sind.

Neuere physiologisch-chemische Untersuchungen über die Zelle[1]).

Von **R. H. Chittenden.**

Bevor ich die heutige Diskussion über das vorliegende Thema eröffne, möchte ich daran erinnern, dass die Chemie und die chemischen Prozesse in der Zelle von seiten der Biologen im Allgemeinen wenig Beachtung gefunden haben. Und das ist vielleicht auch natürlich; denn viele Jahre hindurch bot der größeren Zahl der Forscher die morphologische Seite der Biologie ein weitaus interessanteres Arbeitsfeld, und dazu kommt noch, dass die Schwierigkeiten nicht so groß waren, als die, welche die der Lösung harrenden chemischen und physiologischen Probleme bereiteten.

Einfachheit in der Struktur, wie sie der einzelnen Zelle eines einzelligen Organismus eigen ist, bedeutet für den Physiologen eine erhöhte Kompliziertheit in den Funktionen. In einem entwickelteren Organismus mit seinen vielen Zellgruppen ist selbstverständlich die eine Gruppe durch eine bestimmte Art von Thätigkeit charakterisiert, während eine benachbarte Zellgruppe, die ein anderes Gewebe oder Organ bildet, in ihrer Funktion ganz anders geartet ist. Die eine Zellgruppe ist nur für eine einzige Aufgabe bestimmt, eine andere existiert zu einem ganz anderen Zweck, oder mit anderen Worten: Differenzierung in der Struktur ist die Ursache oder die Begleiterscheinung von Differenzierung in der chemischen Zusammensetzung oder in der Funktion. Das erscheint uns nun freilich ganz einleuchtend und ganz natürlich, aber wie sollen wir uns alle die verschiedenen Funktionen erklären, die der einzellige Organismus besitzt, ohne dass wir auf die Idee kommen, dass möglicherweise eine chemische Differenzierung des Zellprotoplasmas innerhalb des Zellkörpers stattfindet? Verdauung, Assimilation, Exkretion und Fortpflanzung sind Funktionen, die der einzellige wie, sein höherer Verwandter, der vielzellige Organismus in gleicher Weise besitzen. In dem letzteren unterscheiden wir verschiedene, für jede Phase und für jede Form der Thätigkeit besonders charakterisierte Zellgruppen; denn eine jede Gruppe in einer Drüse oder einem Gewebe hat eine verschiedene chemische Struktur mit einer ihr durchaus eigentümlichen Art chemischer Thätigkeit und mit ihren ihr durchaus eigentümlichen Zerfallsprodukten. Im einzelligen Organismus andrerseits ist eine Differenzierung der einzelnen Protoplasmateilchen die einzige plausible Erklärung für die verschiedenen Funktionen der lebenden Zelle.

1) Vortrag zur Einleitung in eine Diskussion über den gegenwärtigen Stand unserer Kenntnis von der Zelle, gehalten auf der Versammlung der „American Society of Naturalists“ in New-Haven am 28. Dezember 1893; abgedruckt im American Naturalist, Bd. 28, S. 97—117.

Wenn diese Annahme richtig ist, so können wir nicht länger die Zelle als die letzte Struktureinheit ansehen, wenigstens nicht vom chemischen Standpunkte aus. Man könnte vielmehr die Zelle als ein kompliziertes Molekül auffassen oder als eine Anzahl von Molekülen, bestehend aus vielen morphologischen Atomen oder besser Atomgruppen. So könnte man sich zum Beispiel das Cytoplasma als eine Menge oder eine Masse lebender Struktureinheiten denken, wie die Plasomen von Wiesner. Man nenne sie, wie man will — Plasomen, Idiosomen, Gemmulae, Plastidule, Idioblasten oder physiologische Einheiten —, diese Teilchen haben die Fähigkeit, sich zu teilen und auch zu wachsen und zu assimilieren. Ueberdies ist es möglich, dass diese Fähigkeit, zu wachsen und sich fortzupflanzen, wenigstens zum Teil unabhängig sein kann vom Zellkern und dem ihn aufbauenden Karyoplasma. Und ferner kann auch vielleicht der Kern als zusammengesetzt aus organischen Individuen gedacht werden, die sich selbst teilen können, aus hypothetischen Teilchen, wie wir sie für Cytoplasma und Karyoplasma annehmen können, und die wir dann als die lebenden Atome des Moleküls, die letzten teilbaren lebenden Körperchen der Zelle ansehen.

Seit vor fünfzig und mehr Jahren die Theorie von der Zelle, ihrer Struktur und Entwicklung von Schleiden und Schwann aufgestellt wurde, ist sie die Grundlage für fast alle Phasen biologischer Forschung gewesen, und obgleich unsere Kenntnis von der Zelle in jeder Beziehung während der letzten Hälfte unseres Jahrhunderts namhafte Fortschritte gemacht hat, so werden auch heute noch fast alle Probleme über das Leben vom Standpunkt der Zelltheorie aus betrachtet. Morphologische wie physiologische Thatsachen werden alle mehr oder weniger beurteilt nach ihren Beziehungen zur Zellstruktur und Zellfunktion. Daher schreibt Whitman[1]) mit Recht: „Sämtliche biologischen Forschungen hatten zum Objekt die Zelle; von oben bis unten ist sie auf einer jeden Stufe der Organisation durchmustert worden, man hat sie von außen und von innen untersucht, man hat auf ihr herumexperimentiert und sie in ihren mannigfachen Beziehungen stets nur als eine Einheit an Form und Funktion studiert", und wenn ich mir nun den heutigen Stand der Frage ansehe, so scheint es mir, als ob viele Morphologen geneigt sind, doch gegen „die absolute Herrschaft der Zelle als Einheit der Organisation" zu protestieren. Wir dürfen nicht die Existenz der einzelnen chemischen Verbindungen des Zellorganismus mit ihrer eigentümlichen Molekularstruktur, welche das Zellprotoplasma formieren, übersehen; denn das ganze Geheimnis der Organisation, Assimilation, des Wachstums, der Entwicklung u. s. w. beruht gerade auf diesen letzten Elementen der lebenden Materie. Sie sind vielleicht die wirklichen Repräsentanten der physiologischen Einheiten von

1) The inadequacy of the cell-theory of development. Journal of Morphology, Bd. 8, S. 639.

Herbert Spencer oder der Plasomen von Wiesner; sie können die eigentlichen Einheiten aller Formen der belebten Materie, die Träger der Vererbung und die wahren Bildner des Organismus, des einfachen wie des komplizierten, sein. Diese Protoplasmateilchen brauchen dabei in ihrer Thätigkeit oder in dem Einfluss, den sie ausüben, nicht notwendig durch Zellmembranen oder andere Schranken eingeengt zu sein.

Die Physiologen waren also, wie alle anderen Biologen, gewohnt, in der Zelle „die Einheit der vielfach variablen Formen des Organismus" (Hammarsten) zu sehen, welche der Sitz der vielen verschiedenen chemischen Prozesse ist, die für die Gewebe und Organe des betreffenden Individuums charakteristisch sind. Die Zellen beherrschen natürlich durch ihre verschiedene Thätigkeit den Verlauf und die Intensität der Stoffwechselprozesse im Organismus, aber alles das ist nur ein allgemeiner Ausdruck für die Idee, dass die chemischen Prozesse der höheren Organismen sich in den Zellgeweben des Körpers, und nicht in den sie umspülenden Flüssigkeiten, abspielen. Ich glaube, wir haben allen Grund, an die Existenz letzter Teilchen der belebten Materie, sowohl im Cytoplasma wie im Karyoplasma innerhalb der Zelle, zu glauben, welche die wahren Einheiten des Organismus sind. Sie sind vielleicht morphologisch nicht erkennbar, aber nichtsdestoweniger existieren sie doch als individuelle Glieder in der Kette der Moleküle, aus denen nach unserer Ansicht das lebende Protoplasma zusammengesetzt ist. Ueber diesen Punkt hat sich Quincke[1]) kürzlich mit den Worten geäußert: „Die Biologie muss, wohl oder übel, mit der Thatsache rechnen, dass die Entwicklung der Zelle und das Leben der organischen Natur abhängig ist von Massen und Lagebeziehungen, die mit dem Mikroskop allein nicht erkannt werden können". Daher bietet die Chemie der Zelle ein interessantes, vielversprechendes Arbeitsfeld, obgleich sie zum größten Teil hauptsächlich in der Absicht studiert worden ist, einen tieferen Einblick in die allgemeinen metabolischen Prozesse der höheren Organismen zu erhalten.

Vom chemischen Standpunkt aus kann man die lebende tierische Zelle als eine Kombination verschiedener chemischer Substanzen ansehen, die sich stets nur in einem labilen Gleichgewicht befindet, die unbeständig im höchsten Grade und in jedem Augenblick bereit ist, durch Oxydation oder Spaltung in Körper von geringerer Kompliziertheit zu zerfallen, wobei jeder Schritt abwärts im Prozess der Auflösung die Ursache für das Freiwerden einer gewissen Menge von Energie ist. Solche explosions- oder auch stufenweise erfolgenden Zersetzungen finden fortwährend, solange das Leben dauert, statt, und chemische Umbildungen und chemische Zersetzungen sind daher der wesentliche Teil in der Lebensgeschichte der Zelle oder des

1) Nature, Bd. 49, S. 6.

Organismus, dessen integrierendes Glied sie ist. In ihnen sind viele von den Geheimnissen des Lebens verborgen, und einige der verwickeltsten und zugleich wichtigsten Phasen physiologischer Phänomene sind eng verknüpft mit den erwähnten, mehr oder weniger dunklen chemischen Umwandlungen.

Dieses fortwährende Freiwerden von Energie, das so charakteristisch für die lebende tierische Zelle ist, und das auf dem unausgesetzten Zerfall der lebenden Substanz des Organismus beruht, hat die Forderung nach Nahrungsmaterial zur Folge, das die Stelle dessen, was von lebender Substanz durch Verfall zu Grunde gegangen ist, ersetzen soll; denn sonst erschlaffen die Lebensenergien, und die Körperstruktur schwindet dahin. Das Nahrungsmaterial nun, das nötig ist, um dieser Forderung gerecht zu werden, vermag, selbst wenn es leicht oxydierbar oder verbrennlich ist, nicht die Bedürfnisse des Organismus zu befriedigen, wenn es nicht zu wirklicher lebender Substanz wird. Als tote träge Materie ist es einfach verbrennbar, es kann Energie frei machen, zum Beispiel Wärme, ganz wie andere Formen organischer Materie, aber seine Energie kann von dem lebenden tierischen Organismus nicht in der von ihm geforderten Art und Weise ausgenutzt werden. Es muss erst durch Verdauung oder sonst wie assimilierbar gemacht werden; wenn es alsdann den Zirkulationsstrom passiert hat, erreicht es schließlich die Zelle, unter deren Einfluss es eine abschließende Umwandlung erfährt, durch die es auf ein höheres Niveau erhoben wird. Was tot war, ist lebendig geworden, es ist eine chemische Umbildung vor sich gegangen, die Atome im Molekül haben eine neue Anordnung erlangt, und wir haben jetzt mit lebender Materie zu rechnen: eine Verwandlung, die durch die anabolische Fähigkeit der lebenden Zelle oder richtiger des Zellprotoplasmas ausgeführt worden ist. Anabolismus und Katabolismus, Aufbau und Zerstörung, spielen sich so fortwährend in der lebenden tierischen Zelle neben einander als notwendige Begleiterscheinungen des Lebens ab, aber die Prozesse sind nicht überall von gleicher Art. Sie sind qualitativ und quantitativ verschieden, besonders die katabolischen; denn diese letzteren zeigen einige Eigentümlichkeiten, die fast für jede individuelle Zellgruppe, wie sie in den einzelnen Organen oder Geweben vorkommen, charakteristisch sind. Jede individuelle Zelle, eine Komponente der vielen verschiedenen Gewebe des Organismus, kann man mit einem gut ausgestatteten chemischen Laboratorium vergleichen; die Art und die Menge der geleisteten Arbeit hängt zum Teil von den inneren Eigenschaften der Zelle, d. h. vom Zellprotoplasma, und zum Teil von der Natur der umgebenden Substanzen ab. Wenn sich diese Angaben auch hauptsächlich auf die tierische Zelle beziehen, so gelten sie doch auch ebenso für die pflanzliche Zelle; der einzige Unterschied beruht darauf, dass in der letzteren die synthetischen Prozesse vorherrschen,

da sie eine ganz auffallende Fähigkeit besitzt, komplizierte Stoffe aufzubauen, wie zum Beispiel Stärke und Eiweiß, und zwar aus einfachem Nahrungsmaterial, das aus der Luft und dem Erdboden aufgenommen wird, während die tierische Zelle besonders durch ihre ausgedehnten katabolischen Prozesse ausgezeichnet ist.

Während nun in den frühen Stadien des Wachstums und der Entwicklung alle tierischen Zellen eine merkwürdige Aehnlichkeit in ihrem Bau und ihrer Zusammensetzung haben können, so wird, sobald die Differenzierung der Form zugleich mit einer Differenzierung der Funktion sich bemerkbar zu machen beginnt, deutlich auch die chemische Zusammensetzung allmählich verändert, bis schließlich jede Zellgruppe, wie sie für individuelle Organe oder Gewebe charakteristisch ist, eine ihr eigentümliche Zusammensetzung erlangt hat. Unverkennbar aber zeigen sich die auffallendsten Differenzen im Charakter der sogenannten sekundären Bestandteile des Zellprotoplasmas, d. h. der Zerfallsprodukte der Zellthätigkeit, wie die verschiedenen Enzyme oder ihre Vorstufen, die Albuminoide, Pigmente, Fett, Glykogen u. s. w. es sind, und dazu kommen dann noch die Substanzen des toten Nahrungsmaterials für den Aufbau der Zelle. Aus dieser grundsätzlichen Verschiedenheit im Charakter der katabolischen Produkte der Zellthätigkeit können wir leicht auf entsprechende Differenzen im Charakter der primären Bestandteile des Zellprotoplasmas schließen, und diese würden dann wieder fundamentale Verschiedenheiten in der Natur der anabolischen Prozesse postulieren, durch welche das Zellprotoplasma aufgebaut wird.

Aus dem, was bis jetzt angeführt ist, wird man ersehen haben, dass es nicht einfach ist, zwischen den primären Bestandteilen der Zelle und den sogenannten sekundären, d. h. solchen, die durch die katabolische Thätigkeit der primären Bestandteile entstehen, zu unterscheiden. Weiter ist es außerordentlich schwierig, aus einem gegebenen Gewebe oder Organ die in ihrem Aufbau enthaltenen aktiven Zellen zu isolieren oder eine genügend große Anzahl einzelliger Organismen, die frei von Verunreinigungen oder Beimischungen sind, zu sammeln. Aber wenn wir das wirklich fertig gebracht haben und nun mit der Analyse der isolierten Zellen anfangen wollen, so stehen wir gleich vor den Schranken, die dieser Art von Arbeit gesetzt sind und die hauptsächlich darin bestehen, dass jede gewöhnliche Methode der Trennung oder Analyse, selbst schon die einleitenden Prozesse, sofort die lebende Materie in tote umwandeln. Und da dies Spaltung oder sonstige Veränderungen von größerer oder geringerer Kompliziertheit zur Folge hat, so sind diejenigen Körper, die wir für Bestandteile des Zellprotoplasmas ansehen, vielleicht bloß Spaltungsprodukte oder Bruchstücke von den größeren und komplizierteren Molekülen, welche ihren Sitz in der belebten Materie haben.

Von der mikroskopischen Untersuchung her wissen wir mit Be-

stimmtheit, dass das Protoplasma durchaus keine homogene Masse ist, dass es vielmehr mit kleinen Körnchen beladen und von einem unregelmäßigen Netzwerk durchsetzt ist. Diese verschiedenen Formen des differenzierten Protoplasmas sind, wie Sie wissen, verschieden benannt worden: Spongioplasma, Paraplasma, Hyaloplasma u. s. w., und wir sind veranlasst, auf ausgesprochene Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung aus der Art und Weise zu schließen, wie sich die verschiedenen Teile in der Zelle gegenüber den zahlreichen Farbstoffen und Farblösungen, wie man sie in der histologischen Untersuchung gebraucht, verhalten. Es kann gar kein Zweifel darüber herrschen, dass zum Beispiel die Verschiedenheit der Färbung von Zellkern und Cytoplasma, die man durch Behandlung mit verschiedenen Farblösungen erhält, von der Verschiedenheit der chemischen Zusammensetzung abhängig ist. Ferner ist Ehrlich, wie Sie wohl wissen, im Stande gewesen, verschiedene Körnchenvarietäten, die er im Zellprotoplasma fand, nach ihrem Verhalten gegen neutrale, saure und alkalische Anilinfarben zu unterscheiden. So haben wir zum Beispiel im Centrosoma eine Anhäufung von differenziertem Cytoplasma, welches, wie Watasé[1]) am Ei von *Unio* gezeigt hat, sehr deutlich hervortritt nach Behandlung mit Säurefuchsin, während die Spindelfäden und die Protoplasmastrahlungen ganz ungefärbt bleiben, wodurch der Unterschied in der chemischen Zusammensetzung recht auffallend wird und wohl Beachtung verdient. Dann gibt es weiter andere Körnchen, die im Cytoplasma vieler Zellen häufig vorkommen, die sich mit Osmiumsäure schwarz färben und so wiederum andere chemische Zusammensetzung verraten. Aber unsere Kenntnis von der chemischen Natur des Protoplasmas ist doch noch viel zu unvollkommen und unbedeutend, als dass wir nach unseren Beobachtungen mehr als ein paar ganz allgemeine Folgerungen aus der Verwandtschaft des Protoplasmas zu verschiedenen Farbstoffen ziehen könnten.

Ferner sind die Stoffe, aus denen der Kern besteht, wie Sie wissen, von verschiedenen Forschern, z. B. Flemming, in mehrere Abteilungen eingeteilt worden nach ihrem Verhalten gegen verschiedene Farbstoffe; man unterscheidet die chromatische Substanz oder das Chromatin, das leicht mit Anilinfarben tingiert wird, und aus dem besonders das Netzwerk des Kerns besteht, und das Achromatin oder den Teil des Kerns, der sich nicht gut färbt; aus ihm besteht die Kerngrundsubstanz und die Kernmembran.

Ich könnte noch unzählige Beispiele anführen, aber für unseren Zweck genügt das Gesagte vollauf, um die Existenz chemisch verschiedener Stoffe im Zellcytoplasma und -karyoplasma zu beweisen. Das ist freilich auch Alles; denn diese Beispiele lehren uns sehr wenig über die wahre Natur der Stoffe, welche die verschiedenen Reaktionen

1) Homology of the Centrosome. Journal of Morphology, Bd. 8, S. 433.

hervorrufen. Wir müssen erst mehr von der Chemie wissen, ehe wir überhaupt hoffen können, zu einem klareren Verständnis des wirklichen Aufbaues des Zellprotoplasmas zu gelangen. Indess solche Kenntnisse erwirbt man nicht bloß durch mikrochemische Untersuchungen. Die sind natürlich auch wichtig, aber hauptsächlich müssen wir uns auf die makroskopischen Methoden verlassen, um die erwünschte Kenntnis zu erlangen, und wenn wir dann genügende Erfahrungen über die chemische Natur der Substanzen, die sich im Protoplasma finden, gesammelt haben, dann können wir auch hoffen, mikrochemische Methoden zu finden, die geeignet sind, uns genauen Aufschluss über sie zu geben.

Was wissen wir nun bis jetzt von den primären Bestandteilen des Zellprotoplasmas? Wenn wir uns die Resultate, zu denen man durch mühevolle zehnjährige Arbeit endlich gekommen ist, ansehen, so, glaube ich, sind wir zu der Behauptung berechtigt, dass die primären Bestandteile des Cytoplasmas besonders eine bestimmte Gruppe von Proteinen oder Eiweißkörpern sind, bekannt unter dem Namen der Nukleoalbumine und charakterisiert durch ihren Gehalt an Phosphor. Diese machen den weitaus größten Teil der im Cytoplasma enthaltenen Substanzen aus. Nächst ihnen sind die wichtigsten die einfachen Proteine, die hauptsächlich zur Gruppe der Globuline gehören, einer Klasse von Eiweißkörpern, die unlöslich in Wasser, aber leicht löslich in 5—10prozentiger Kochsalzlösung sind. Dann kommt Lecithin, ein komplizierter phosphorhaltiger Körper, der eine ähnliche Konstitution wie Fett hat und bei der Spaltung höhere Fettsäuren, Glyzerinphosphorsäure und Cholin liefert. Diese Verbindung ist sowohl in Wasser als auch in Kochsalzlösung unlöslich, aber leicht löslich in Aether und etwas in Alkohol. Eine andere Substanz, die fast regelmäßig im Cytoplasma zu finden ist, ist Cholesterin, ein fester, krystallisierender Alkohol, dessen Konstitution nicht sicher festgestellt ist, und der in Wasser und Kochsalzlösung unlöslich, in Alkohol und Aether leicht löslich ist. Den Rest der Cytoplasmabestandteile bilden anorganische Stoffe: Calcium, Magnesium, Kalium und Natrium, die, an Salz- und Phosphorsäure gebunden, in Form von Chloriden resp. Phosphaten sich vorfinden. Etwas fraglich ist es, ob diese zuletzt genannten Salze primäre Bestandteile des Cytoplasma sind; Kalium wenigstens, das in außerordentlich großen Mengen in den tierischen Zellen vorkommt, scheint sicher ein echter primärer Bestandteil zu sein. Kaliumphosphat ist ganz besonders wichtig für das Leben und die Entwicklung der tierischen Zelle, und unzweifelhaft auch die Erdphosphate, obgleich wir kaum angeben können, wie sie im Cytoplasma existieren, wenn nicht in fester Verbindung mit den Proteinen oder Nukleoalbuminen der Zelle, zu denen sie bekanntlich eine starke Affinität haben. Ferner habe ich daran zu erinnern, dass die Asche aller Zellen eine gewisse Menge von Eisenoxyd aufweist. Dieses Eisen stammt aber nicht aus gewöhnlichen

Eisensalzen im Protoplasma, sondern es scheint in einigen eigentümlichen organischen Verbindungen zu existieren, offenbar an Kohlenstoff gebunden. Es muss besonders hervorgehoben werden als Komponente in den sogenannten eisenhaltigen Nukleinen oder Nukleoalbuminen.

So ist es denn klar, dass Eiweißstoffe in der einen oder der anderen Form, hauptsächlich als Nukleoalbumine, die große Masse des Cytoplasmas ausmachen, und dass das typische Produkt der Synthese der lebenden Zelle zweifellos ein Molekül ist oder Moleküle sind, in denen Eiweißstoffe die Hauptrolle spielen. „Aber dass nun das Eiweißmolekül allein der Träger des Lebens ist, und dass alle anderen Bestandteile des Protoplasmas bloß seine Trabanten sind, das können wir mit Sicherheit nicht behaupten“ (Kossel).

Zwischen Cytoplasma und Karyoplasma existiert nur ein sehr kleiner konstanter Unterschied. Der einzige typische Bestandteil des Zellkerns ist nämlich das Nuklein oder sonst ein Körper aus dieser Gruppe. Ich muss hier hervorheben, dass Untersuchungen, wie sie bisher gemacht sind, ergeben haben, dass die primären Bestandteile der Zelle entweder hauptsächlich im Zellkern angehäuft sein können, oder dass sie gleichmäßig durch Cytoplasma und Karyoplasma verteilt sind, oder endlich dass sie im Kern fast ganz fehlen und sich nur im Cytoplasma finden[1]). Dieser letzte mögliche Fall gibt eine gute Erklärung für die wohlbekannte Thatsache, dass Zellen, die reich an Kernsubstanz sind und dem entsprechend nur wenig Cytoplasma enthalten, wie die Spermatozoen, außerordentlich arm an vielen der primären Bestandteile gewöhnlicher Zellen sind. Der einzige Körper, der für den Zellkern charakteristisch ist, ist das Nuklein.

Cholesterin und Lecithin sind sicherlich etwas ganz Gewöhnliches im Cytoplasma und im Karyoplasma, da sie reichlich sowohl in kernreichen Zellen als auch in Zellen, die nur wenig von Kernelementen enthalten, gefunden werden. Aber wir müssen doch wiederholen, dass die erste Stelle unter den sogenannten primären Bestandteilen den Proteinen in allen lebenden Zellen gebührt, denn es ist mehr als wahrscheinlich, dass die im Zellprotoplasma enthaltenen Nukleine und Lecithine erst durch Synthese aus gewissen Spaltungsprodukten der Proteine und Phosphate entstehen. Doch sei dem, wie ihm wolle, die Globuline, Nukleoalbumine und Nukleine sind, soweit unsere heutigen Kenntnisse reichen, die wichtigen Bestandteile des Zellprotoplasmas in allen tierischen und pflanzlichen Zellen. Von diesen drei Gruppen verdienen die Nukleine und die verwandten Nukleoalbumine noch eine besondere Besprechung.

(Schluss folgt.)

1) Kossel, Verhandl. der physiol. Gesellschaft zu Berlin, Februar 1890.

Pädagogisch-psychometrische Studien.

2. Vorläufige Mitteilung.

Von Dr. **Robert Keller** in Winterthur.

S. 30 meiner 1. vorläufigen Mitteilung findet sich eine Angabe betreffend die Zeit, die zum Lesen einer Zahl, bezw. einer Silbe des Zahlwortes, nötig ist. Es fällt auf, dass diese Werte nicht ganz unwesentlich von den entsprechenden Werten der Lesezeit von in einem Zusammenhang stehenden Wörtern abweichen.

Damit war die Veranlassung geboten, diese Art psychischer Bethätigung — Schnelllesen von Zahlenreihen — auf ihren Einfluss auf den Verlauf der Ermüdungskurve zu prüfen. Die nachfolgenden Mitteilungen beziehen sich wieder auf Versuche, die mit E. J. ausgeführt wurden.

Versuch vom 25. Mai 1893.

Es wird zu Beginn des Versuches von E. J. in üblicher Weise (vergl. 1. vorläufige Mitteilung) die Ermüdungszeichnung aufgeschrieben. Die Zeichnung entspricht ungefähr Fig. 2 S. 27: Die Zahl der Zusammenziehungen der Beugemuskeln des Mittelfingers ist etwas geringer, die Maßstriche sind aber kräftiger, so dass sie eine Hubhöhe von 975,2 mm repräsentieren. Das Gewicht, das gehoben wurde, ist 1 kg, die geleistete Arbeit somit 0,9752 Kilogrammmeter.

Die zu lesende Zahlenreihe umfasst 150 ein- und zweistellige Zahlen. Die Silbensumme ihrer Benennungen ist 272. Diese Zahlenreihe wird 8 mal gelesen. Dabei wird die Aufeinanderfolge der einzelnen Zahlen möglichst gewechselt, indem die 10 Streifen, auf welchen die Zahlen stehen, in ihrer Reihenfolge verändert und die Zahlen des einzelnen Streifens bald von oben nach unten, bald in umgekehrter Richtung gelesen werden.

Die nachfolgende Zusammenstellung gibt die durchschnittliche, maximale und minimale Zeit in Sekunden an, die in dieser ersten Versuchsserie für die Erkennung einer Zahl und das Aussprechen ihrer Benennung, bezw. einer Silbe derselben nötig war.

	Zahl	Silbe
Mittel aus 8 Versuchen . . .	0,464 Sekunden	0,256 Sekunden
Maximum	0,496 „	0,273 „
Minimum	0,437 „	0,241 „

Am Schluss dieser Versuchsreihe, 20 m nach Beginn, wird von E. J. eine zweite Ermüdungszeichnung aufgeschrieben. Sie zeigt die Arbeit von 0,9054 Kgmeter an.

Die 2. Versuchsserie ergibt folgendes Resultat:

	Zahl	Silbe
Mittel aus 8 Versuchen . . .	0,482 Sekunden	0,265 Sekunden
Maximum	0,520 „	0,287 „
Minimum	0,444 „	0,245 „

Die ergographische Bestimmung der Leistungsfähigkeit ergibt 0,9694 Kgmeter.

Eine 3. Versuchsreihe schließt sich an. Sie hat folgende Ergebnisse:

	Zahl	Silbe
Mittel aus 8 Versuchen . . .	0,512 Sekunden	0,282 Sekunden
Maximum	0,560 „	0,309 „
Minimum	0,453 „	0,250 „

Die Ermüdungszeichnung ergibt 53 Maßstriche, die eine Hubhöhe von 510,9 mm repräsentieren, d. i. eine Arbeit von 0,5109 Kgmeter.

Das Ergebnis dieser 3 ersten Versuchsreihen weicht also in mehrfacher Beziehung von jenen ab, die beim Schnelllesen von in Zusammenhang stehenden Wörtern erzielt wurden. Die geistige Thätigkeit, so konnten wir die frühern Versuchsergebnisse interpretieren, erhöht zunächst die Leistungsfähigkeit. Sie führt anfänglich einen Erregungszustand herbei, dem bald der Zustand der Ermüdung folgt.

Hier fällt die die Leistungsfähigkeit erhöhende nervöse Erregung nahezu weg. Sie ist vielleicht in jenem Punkte der Ermüdungskurve zu sehen, wo dieselbe, nachdem sie mit fallender Linie einsetzte, sich noch einmal wenig unter die ursprüngliche Höhe erhob.

Die durch diese Bethätigung verursachte Ermüdung unterdrückt die fördernde Wirkung der Erregung.

Damit scheint auch ein anderes Versuchsergebnis im Einklang zu stehen. Werden in mehreren aufeinander folgenden Versuchsreihen Wörter gelesen, so lässt sich in der Regel aus den Zeiten, die auf das einzelne Wort fallen, der eintretende Ermüdungszustand nicht erkennen. Dem zeitlichen Verlauf solch einfacher psychischer Vorgänge steht zwar das Hemmnis der beginnenden Ermüdung entgegen, aber zugleich wirkt auf sie die sie fördernde Uebung. Dieses fördernde Moment ist nun sehr gewöhnlich auch dann mächtiger, wenn die Ermüdungskurve aus dem Erregungszustande in den Ermüdungszustand übergegangen ist.

Die vorliegenden 3 Versuchsreihen zeigen bezüglich des zeitlichen Verlaufes des Schnelllesens einer Zahl sowohl im Mittel, als auch im Maximum, als auch im Minimum von einer Serie zur folgenden eine Verlängerung der Zeit. In der zweiten Reihe erscheint der Mittelwert des zeitlichen Verlaufes des einzelnen psychischen Vorganges um 4%,

in der dritten um 10,4% verzögert. In den Beziehungen der jeweiligen Maxima ist der retardierende Einfluss der Ermüdung noch entschiedener da. In der 2. Versuchsreihe weist das Maximum eine Verzögerung von 5% gegenüber jenen der 1. Reihe auf, in der 3. Serie steigt sie auf 13% an.

Nach einer einstündigen Pause schrieb E. J. wieder eine Ermüdungszeichnung auf. Die 53 Maßstriche haben zusammen eine Länge von 721,3 mm. Die Arbeit beträgt demnach 0,7213 Kgmeter. Ist also zwar die Leistungsfähigkeit gegenüber der unmittelbar vorangegangenen erhöht, so reichte doch auch hier eine einstündige Pause nicht hin, um die ursprüngliche oder näherungsweise die ursprüngliche Leistungsfähigkeit wieder herzustellen.

Die nachfolgende Tabelle enthält die Versuchsergebnisse dreier folgender Serien. Die ergographische Messung wurde je am Schluss einer Serie ausgeführt.

Versuchsserie		4	5	6
Mittel der Zeit pro Zahl . . .		0,455 Sek.	0,489 Sek.	0,493 Sek.
Maximum		0,487 „	0,536 „	0,537 „
Minimnm		0,413 „	0,452 „	0,448 „
Mittel der Zeit pro Sekunde . .		0,251 „	0,269 „	0,272 „
Maximum		6,268 „	0,296 „	0,296 „
Minimum		0,228 „	0,249 „	0,247 „
Ergograph. Messung	Zahl der Kontraktionen	55	59	48
	Arbeit	0,7113 Kgm	0,4418 Kgm	0,4973 Kgm

Die Vergleichung dieser Versuchsergebnisse mit jenen der 3 vorangehenden Versuche zeigt nun den Einfluss des fördernden Elementes psychischer Thätigkeit der Uebung, in vielen ihrer Werte, wenn auch nur in mäßigem Grade. Die mittlere Zeit, die in den ersten 3 Serien zum Schnelllesen einer Zahl nötig war, betrug 0.486 Sekunden, jetzt 0,479 Sek.

Innerhalb dieser 3 Serien kommt die verzögernde Wirkung der Ermüdung namentlich beim Fortschreiten von der 4. zur 5. Serie deutlich zum Ausdruck. Der Mittelwert der 5. Reihe weist eine Verzögerung von 7%, jener des Maximums von 10%, jener des Minimums von 9% auf. Der Mittelwert der 6. Reihe ist um 8% erhöht. In dieser Reihe scheint der fördernde Einfluss der Uebung den hemmenden Einfluss der Ermüdung fast zu paralysieren.

Hat nun einmal die Uebung einen gewissen Einfluss erreicht, dann kommt die Wirkung der Ermüdung auf den zeitlichen Verlauf des psychischen Vorgangs nicht mehr klar zum Ausdruck. Die Wirkung der Uebung zeigt sich aber, wie ich in einer spätern Mitteilung ein-

lässlicher auseinander setzen werde, nicht etwa nur während der unmittelbar aufeinander folgenden Versuchsserien, sondern sie übt ihren Einfluss auch dann aus, wenn Versuchsserien zeitlich weit auseinander liegen. Setzt eine solche spätere Versuchsreihe zunächst auch mit größern Werten ein, so werden dieselben in den folgenden unmittelbar sich anschließenden Reihen in oft überraschender Weise gekürzt. Man kann sich einer physikalischen Vorstellung, die ich zunächst allerdings nur bildlich verstanden haben möchte, kaum verschließen. Um den Körper aus der Ruhelage in Bewegung zu bringen bedarf es einer größeren Kraft als um den bewegten Körper in Bewegung zu halten. In ähnlicher Weise sind die Widerstände, die sich den Auslösungen psychischer Vorgänge entgegenstellen, anfänglich größer als später. Kann sich die Wirkung einer frühern Uebung geltend machen, dann lässt sie den hemmenden Einfluss der Ermüdung nicht zur Wirkung kommen und die Vorgänge spielen sich um so schneller ab, bis schließlich die Anhäufung der Ermüdungsstoffe in höherem Maße hemmend wirkt als die Uebung fördernd.

Als Beleg dieser Auseinandersetzungen führe ich die tabellarische Zusammenstellung der Versuche vom 31. August 1893 an.

Arbeit vor dem Versuche 0,9273 Kgmeter

Versuchsreihe		1	2	3
Mittel der Zeit pro Zahl . . .		0,492	0,463	0,493
Maximum		0,518	0,535	0,528
Minimum		0,458	0,403	0,461
Mittel der Zeit pro Silbe . . .		0,272	0,256	0,272
Maximum		0,285	0,295	0,291
Minimum		0,252	0,224	0,254
Ergograph. Messung	Zahl der Kontraktionen	70	75	80
	Arbeit	1,2452 Kgm	0,7238 Kgm	0,5567 Kgm

Arbeit nach einer einstündigen Pause 0·4854 Kgmeter

Der Verlauf der Ermüdungskurve verlangt noch einige Bemerkungen.

Während in den ersten Versuchsserien die Erregung nicht zur Steigerung der Leistungsfähigkeit über die ursprüngliche hinausführt, ist hier der Verlauf der Ermüdungskurve jenem ähnlich, den ich in der 1. Mitteilung über den Einfluss des Schnelllesens auf den Verlauf der Ermüdungskurve angeben konnte. Eine weitere Analogie zu jenen frühern Angaben liegt in der starken Nachwirkung der Ermüdung.

Ob dieses veränderte Verhalten ebenfalls als Ausfluss der Wirkung der Uebung zu gelten hat, lasse ich vorderhand dahingestellt. Es kann diese Frage wohl nur auf Grund umfangreicherer Versuche entschieden werden. —

Versuche vom 21. Juni 1893.

Der psychische Vorgang des Lesens eines Wortes oder einer Zahl besteht, wie ich schon in meiner 1. Mitteilung auseinandersetzte, aus verschiedenen Phasen. Der Perzeption folgt die Apperzeption. Diese führt zu jenen Willensimpulsen, die die Auslösung der Sprache und das Sprechen bewirken. Die nachfolgenden Untersuchungsreihen hatten den Zweck zu ermitteln, welcher Teil der Zeit des einzelnen psychischen Vorganges dem ersten Teil der Phasenreihe, Perzeption und Apperzeption, und welcher dem zweiten Teil, der Auslösung der Sprache und dem Sprechen, zukommt. Ferner sollte geprüft werden, ob beide Teile des psychischen Vorganges durch die Uebung in gleichem Maße beeinflusst werden oder nicht.

Ich ließ E. J. 20 Additionen ein- und zweistelliger Zahlen 2 Mal lesen, 1 Mal von oben nach unten, 1 Mal von unten nach oben. Dabei wurden 60 Zahlen, 20 Mal das Zeichen „+“ und 20 Mal das Zeichen „=“ je 2 Mal gelesen. Die Benennungen dieser Zahlen und Zeichen haben zusammen 123 Silben, die also auch 2 Mal ausgesprochen wurden.

Die nachfolgenden Tabellen geben die Resultate zweier Versuchsreihen wieder.

I. Versuchsreihe.

Serien	I	II	III	IV	V	VI	Mittel
Zeit zum 2maligen Lesen von 20 Additionen	60,4 Sek.	57,2	53	50,2	56,2	51,2	54,7
Zeit pro Addition . . .	1,5 „	1,43	1,32	1,26	1,405	1,28	1,368
Zeit pro Zahl (u. Zeichen)	0,302 „	0,286	0,265	0,251	0,281	0,256	0,273
Zeit pro Silbe	0,245 „	0,232	0,215	0,204	0 228	0,209	0,222

II. Versuchsreihe.

Zeit zum 2maligen Lesen von 20 Additionen	53,4 Sek.	53,2	52,2	50,6	51	53	52,2
Zeit pro Addition . .	1,33 „	1,33	1,30	1,27	1,27	1,32	1,30
Zeit pro Zahl (u. Zeichen)	0,267 „	0,266	0,261	0,253	0,255	0,265	0,261
Zeit pro Silbe	0,217 „	0,216	0,212	0,206	0,208	0,215	0,212

Es wird nunmehr die Zeit bestimmt, welche zur Ausführung dieser einfachen Additionen nötig war, indem E. J. nur die Seite vor dem Gleichheitszeichen ablesen konnte, die Summe aber zu bilden hatte.

Die nachfolgenden zwei Tabellen geben die Resultate zweier Versuchsreihen wieder.

III. Versuchsreihe.

Zeit für 2maliges Ausführen der 20 Addit.	57,8 Sek.	59,8	57,2	57,8	51,2	54	56,63
Zeit für Ausführung einer Addition	1,445 „	1,495	1,430	1,445	1,280	1,350	1,416

IV. Versuchsreihe.

Serien	I	II	III	IV	V	VI	Mittel
Zeit für 2maliges Ausführen der 20 Addit.	49,6 Sek.	58,6	50,4	54,8	51,4	52,2	52,883
Zeit für Ausführen einer Addition	1,240 „	1,465	1,260	1,370	1,285	1,305	1,322

Die Differenz des zeitlichen Verlaufes der psychischen Vorgänge dieser zwei Versuchsreihen gegenüber dem zeitlichen Verlaufe jener der Reihe I u. II stellt die Zeit dar, welche die Ausführung der Addition erforderte, ist also die zeitliche Bestimmung der in die Phasenreihe psychischer Aktionen eingeschalteten neuen Phase.

Natürlich wird sie in Wirklichkeit von etwas längerer Dauer sein als wie die Zahlendifferenz angibt. Denn die Uebung wird die Phasenreihe der 3. und 4. Versuchsreihe, die sich mit den Vorgängen der 1. und 2. Versuchsreihe decken, etwas kürzen.

Die Differenz zwischen den Mitteln der Versuchsreihen 1 und 2 ist das Maß des Einflusses der Uebung. Sie verkürzte die Zeiten der 2. Versuchsreihe um 4,6%. Wir nehmen an, dass durch Uebung eine analoge Verkürzung des zeitlichen Verlaufes der psychischen Vorgänge in der 3. und 4. Versuchsreihe statthatte gegenüber jenen der 1. und 2.

Dem Mittel von 53,45 Sek. (aus Reihe 1 und 2) steht also das Mittel von 54,73 Sek. (aus Reihe 3 und 4) + 4,6% d. i. 2,517 Sek. gegenüber.

Die Differenz 57,247 Sek. und
53,450 „
3,798 Sek. ist also die Zeit, in der die in Versuchsreihe 3 und 4 neu hinzugekommene psychische Phase, die Ausführung der Addition, verlief. Die einmalige Operation beanspruchte die Zeit von 0,095 Sek.

Damit ist nun die Basis zur Bestimmung der Zeit gewonnen, welche zur Auslösung der Sprache und zum Sprechen nötig war.

In den zwei folgenden Versuchsreihen werden von E. J. die zu addirenden Zahlen und die die Addition andeutenden Zeichen nicht gelesen, sondern nur die Resultate angegeben. Die Zeitdifferenz zwischen Versuchsreihen V u. VI einerseits und III u. IV anderseits gibt also die Zeit an, die zum Benennen der zu addierenden Zahlen und des „+“ und Gleichheitszeichens notwendig war.

V. Versuchsreihe.

Zeit zum Ausführen der Addition ohne Aussprechen der Summanden	45,8	36,2	43,2	35,6	41,4	44	41,033 Sek.

VI. Versuchsreihe.

Serien	I	II	III	IV	V	VI	Mittel
Zeit zum Ausführen der Addition ohne Aussprechen der Summanden	37,4	32,2	44	28	29,6	27,8	33,5 Sek.

Das Mittel aus diesen beiden Versuchsreihen ist 37,266 Sekunden. Voranschlagen wir auch hier den fördernden Einfluss der Uebung auf 4,6%, so kommen 1,712 Sek. hinzu. Diesen 38,978 Sek. steht das Mittel 54,73 aus Versuchsreihe 3 und 4 gegenüber.

54,730 Sek.
38,978 „

15,752 Sek. sind die Zeit, die zum Auslösen der Sprache und zum Sprechen von 80 Zahlen, 40 „+"-Zeichen und „="-Zeichen nötig war. Zum Auslösen der Sprache und zum Sprechen einer Silbe bedurfte es somit die Zeit von 0,0875 Sek.

Zum Lesen einer Silbe war die Zeit von 0,217 Sek. (Mittel aus Versuchsreihe 1 u. 2) notwendig. Die Differenz

0,2170 Sek.
0,0875 „

0,1295 Sek. ist somit die Zeit der Perzeption und Apperzeption.

Nach den früheren Erfahrungen beim Lesen der Zahlen mag es zweifelhaft sein, ob ein Zeitzuschlag zum Aufheben des Einflusses der Uebung in diesen Versuchsreihen 5 u. 6 noch angebracht ist. Berücksichtigen wir diesen Zuschlag nicht, dann beträgt die Zeit zum Auslösen der Sprache und Sprechen der 180 Silben (Zahlen und Zeichen) 17,464 Sek., für die Silbe 0,097 Sek. Die Perzeptions- und Apperzeptionszeit beträgt alsdann 0,1200 Sek.

Um die Interpolation des Einflusses der Uebung überflüssig zu machen, wurden folgende weitere Versuchsserien im Anschluss an die besprochenen durchgeführt. Wie in den frühern Versuchsreihen je 2 Mal sechs gleichartige Versuche durchgeführt wurden, so kamen nun die sechs Versuche einer Serie so zur Ausführung, dass je 2 Mal die Additionsbeispiele gelesen, 2 Mal die Addition verbunden mit dem Lesen der Summanden ausgeführt wurde und 2 Mal die Ausführung der Addition ohne Lesen der Summanden erfolgte. Es sind nun die 3 psychischen Vorgänge in jeder der 7 Serien vorhanden, also so gruppiert, dass sie alle von dem Einfluss der Uebung gleichsinnig getroffen werden. Seine Berücksichtigung durch Interpolation der unmittelbaren Versuchsergebnisse ist also nicht mehr nötig.

Zusammenstellung der Zeiten in Sekunden, die je zum 2maligen schnellen Lesen der 20 Additionsbeispiele nötig waren.

Versuchsreihe	Zeit in Sek.	Zeit in Sek.	Mittel
7	49,2	52,6	50,9
8	49,2	48,6	48,9
9	47	46,4	46.7
10	44	50	47
11	48,2	52,2	50,2
12	47	53,2	44,2
13	42,2	47	44,6.

Das Mittel aus diesen 7 Versuchsreihen beträgt also 48,214 Sek. Die zum Lesen eines Additionbeispieles nötige Zeit war also 1,205 Sek. oder für die Silbe 0,196 Sek. Gegenüber dem uns aus Versuchsreihe 1 u. 2 bekannten Mittel von 0,217 Sek. hat sich also eine nicht unerhebliche Verkürzung der psychischen Vorgänge als Folge der Uebung ergeben. Sie beträgt 11%. —

Zusammenstellung der Zeiten in Sekunden, die je zum Ausführen der Additionen notwendig waren, wenn die Summanden und Zeichen laut benannt wurden.

Versuchsreihe	Zeit in Sek.	Zeit in Sek.	Mittel
7	52,8	53	52,9
8	53,2	50,8	52
9	48,2	47,8	48
10	51,6	55	53,3
11	58,2	54,8	56,5
12	51,2	47,2	49,2
13	46	47,2	46,6.

Das Mittel dieser 7 Serien beträgt 51,235 Sek.
Die Differenz 51,235 Sek.
48,214 „
3,021 Sek. ist die Zeit, in welcher die neue psychische Phase, die durch die Ausführung der Addition bedingte Denkoperation, sich 40 Mal vollzog. Ihre einmalige Ausführung bedarf einer Zeit von 0,0755 Sek.

Zusammenstellung der Zeiten in Sekunden, die je zum Ausführen der Additionen notwendig waren, wenn die Summanden und Zeichen nicht gelesen wurden.

Versuchsreihe	Zeit in Sek.	Zeit in Sek.	Mittel
7	33,6	35,6	34,6
8	37,2	31	34,1
9	42,8	27,6	35,2
10	26,6	27,2	26,7
11	29	35,2	32,1
12	32,8	26,6	29,7
13	27,4	23,6	25,5.

Das Mittel aus den 7 Versuchsreihen beträgt 31,129 Sek.
Die Differenz 51,235 Sek. (Zeit für Addition, wenn Summanden gelesen werden).
31,129 „ (Zeit für Addition, wenn die Summanden nicht gelesen wurden).

20,106 Sek. ist die Zeit, die zum Auslösen der Sprache und zum Sprechen nötig war. Das Auslösen der Sprache und Sprechen einer Silbe vollzog sich also in einem Zeitraum von 0,1117 Sek.

Nun war in diesen Versuchsserien die Zeit, die zum Schnelllesen einer Silbe nötig war, 0,196 Sek. Die Differenz 0,1960 Sek.
0,1117 „
0,0843 Sek. ist also die Zeit, welche in dieser Versuchsreihe zur Perzeption und Apperzeption einer Silbe nötig war.

Oben haben wir angegeben, dass in diesen Versuchsserien (7—13) gegenüber den frühern in Folge der Uebung die Lesezeit um 11% verkürzt ist. Unsere Versuche ergeben, dass der fördernde Einfluss der Uebung die beiden Phasengruppen — Perzeption und Apperzeption einerseits, Auslösen der Sprache und Sprechen anderseits — in ungleichem Maße influiert.

Die Uebung bewirkt eine bedeutende Verkürzung der ersten Phasengruppe, vor allem also wohl der Apperzeption.

Beeinflusst nun diese veränderte psychische Bethätigung den Gang der Ermüdungskurve? Eine Durchsicht der Ermüdungszeichnungen von E. J. scheint in der That die Frage zu bejahen.

Bezeichnen wir je die Leistungsfähigkeit zu Beginn eines Versuches mit 100, dann ergibt sich für die Additionsversuche

a.	100	100	100	Mittel	100
	69,5	69,5	95,8		78,3

Für das Schnelllesen von Zahlen aber lauten die korrespondierenden Werte.

b.	100	100	Mittel	100	und
	92,9	98,7		95,8	
c.	100	100	Mittel	100	
	167,6	134,3		159,5	

Gesamtmittel aus b u. c: 100
123,4.

Das Zahlenlesen führt also, wie wir früher schon betonten, zu einem Erregungszustande, der allerdings geringer ist als beim Lesen von Wörtern. Im Mittel erhöht er die Leistungsfähigkeit etwas über die ursprüngliche. Bei den Additionsversuchen wird zu gleicher Zeit im Mittel die Leistungsfähigkeit etwa so stark vermindert, wie sie beim Lesen gehoben wird.

Verlag von Eduard Besold (Arthur Georgi) in Leipzig. — Druck der kgl. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik — Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark. Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIV. Band. 15. Mai 1894. **Nr. 10.**

Inhalt: **Schinz, Böhm** und **Fairmaire**, Ueber das Pfeilgift von Kalixari-San. — **Braem**, Ueber den Einfluss des Druckes auf die Zellteilung und über die Bedeutung dieses Einflusses für die normale Eifurchung. — **Eismond**, Zur Ontogenie des *Amphioxus lanceolatus*. — **Wagner**, Einige Betrachtungen über die Bildung der Keimblätter, der Dotterzellen und der Embryonalhüllen bei Arthropoden. — **Chittenden**, Neuere physiologisch-chemische Untersuchungen über die Zelle (Schluss).

Ueber das Pfeilgift der Kalixari-San.

Vorläufige Mitteilung.

Von Prof. **Hans Schinz** (Zürich), mit Beiträgen von Prof. **Böhm** (Leipzig) und **Fairmaire** (Paris).

Auf meiner mühsamen Rückreise vom Ngami-See nach Ost-Hereroland Mitte 1886 war ich infolge eigener schwerer Erkrankung und der Erschöpfung sowohl meiner Begleiter wie der Zugtiere gezwungen, einen längern Aufenthalt in der Kalaxari unter den dortigen Buschmannstämmen zu nehmen, wodurch sich mir reichlich Gelegenheit bot, nicht nur Bekanntschaft mit deren Dialekten, sondern auch namentlich mit deren Sitten und Gebräuchen zu machen. Durch Vermittlung der sprachkundigen Söhne des Elephantenjägers Robertson, von denen der Aelteste mich dann nach der Walfischbay begleitet hat, war es mir auch gelungen, in den Besitz des von den Kalaxari-San oder Kalaxari-Buschmännern allgemein gebrauchten Pfeilgiftes zu kommen, das mein ganz besonderes Interesse beanspruchte, da dasselbe der Larve eines Käfers entstammt. Leider fanden wir damals nur einige wenige Larven, die überdies noch unentwickelt waren und schließlich auf der Ueberfahrt nach Europa noch vollständig eintrockneten, so dass es nach meiner Heimkunft nicht mehr möglich war, weder das Tier zu bestimmen, noch das Gift auf seine Wirkung hin zu prüfen.

Die Thatsache, dass die Buschmänner der Kalaxari tierisches Gift zum Vergiften ihrer Schusswaffen verwenden, ist übrigens schon längst

bekannt. Erwähnt sie doch bereits Le Vaillant, der Südafrika in den Jahren 1783—1785 bereist hat, ferner der vortreffliche Livingstone (Missionary travels) und endlich Baines, der ein ganz vortreffliches Werk über das Gebiet, das wir heute als Deutsch-Südwestafrika bezeichnen, geschrieben hat. Baines, der als ausgezeichneter Landschaftsmaler auch ein sehr feiner Beobachter war, hat den Käfer genau beschrieben, scheint aber keine Exemplare nach Europa gebracht zu haben, mindestens sind solche niemals in den Besitz eines kundigen Spezialisten gekommen. Sparsamer sind die Berichte Livingstone's über dieses Pfeilgift; immerhin sei hervorgehoben, dass er erwähnt, dass die Buschmänner den Käfer *N'gwa* nennen, was in der That seine Richtigkeit hat. Le Vaillant, der eine fast krankhafte Vorliebe für das Weibliche durch beide Bände seiner Reisebeschreibung hindurch dokumentiert und der seiner Phantasie mitunter allzu freie Zügel lässt, gibt an, dass der Käfer auf Geraniaceen lebe, eine Angabe, die wohl niemals bestätigt werden dürfte, da Pelargonien, *Monsonia-* und *Sarcocaulon*-Arten, die allein inbetracht kommen dürften, im Gebiete der Kalaxari-San überhaupt nicht vertreten sind.

Die Wirtpflanze der phytophagen Larve gehört denn auch gar nicht in die Familie der Geraniaceen, sondern in die der Burseraceen und konnte an Hand meines Materials als *Commiphora africana* (Arn.) Engl. erkannt werden. Nicht nur haben mir die verschiedensten Buschmänner ausnahmlos diesen in Afrika weit verbreiteten Halbstrauch als die Wirtpflanze der Giftlarve bezeichnet, sondern ich habe die Larve auch nur in unmittelbarer Nähe dieses Busches gefunden.

Soweit reichte die Kenntnis dieses Pfeilgiftes beim Abschlusse meines Reisewerkes. Nun sind mir aber durch meinen Freund Dr. Fleck, der als Vertreter des verstorbenen rheinischen Großkaufmanns Lilienthal eine Reihe von Jahren in Südwest-Afrika gewohnt hat, und dem ich außergewöhnlich reiche Pflanzensammlungen verdanke, erhebliche Quantitäten des rätselhaften Tieres zugekommen, so dass ich in der angenehmen Lage war, größere Proben Professor Böhm in Leipzig zwecks Untersuchung des Giftes zustellen zu können. Glücklicherweise hatten sich auf der Reise verschiedene der Puppen weiter entwickelt, wodurch die Möglichkeit geboten war, endlich auch über die systematische Stellung des Tieres ins Klare zu kommen. Das Material von Fleck stammt gleichfalls aus der Kalaxari und ist von meinem Freunde auf dessen Rückreise vom Ngami-See gesammelt worden.

In Verbindung mit Prof. Böhm bereite ich eine größere Arbeit über die Pfeilgifte und die Waffen im Allgemeinen der Eingeborenen Deutsch-Südwestafrikas vor, die namentlich auch die ethnographische Seite dieses interessanten Gegenstandes behandeln soll; an dieser Stelle wünschen wir indessen summarisch über den gegenwärtigen Stand der Untersuchung zu referieren.

Der bekannte Koleopterologe Fairmaire in Paris, der den Käfer von mir zur Bestimmung erhalten hat, nennt denselben *Diamphidia locusta* Fairmaire und sendet mir folgende Diagnose:

D. locusta nov. spec. — Long. 8—10 mm Ovata, valde convexa, pallide lutoso-fulvescens, parum nitida, capite maculis tribus, prothorace maculis quinque, scutello et elytris utrinque maculis duabus basalibus nigris, pedibus nigris, femoribus medio late fulvidis, antennis nigris, opacis, articulis duobus primis plus minusve fulvescentibus, primo supra nitida. Metapleuris paullo nigricantibus. Capite punctulato, medio plagula minuta laevi, antennis sat validis, articulis maris apice modice angulatis, feminae simplicibus. Prothorace brevi, elytris paullo angustiore, antice valde angustato, sat dense punctulato. Scutello sat lato, brevi, apice rotundato. Elytris sat dense punctulatis, absolatissime lineolatis. Subtus cum pedibus pubescens, ♂ femoribus posticis magis inflatis, tarsis anticis articulo primo inflato, dilatato.

Les taches de la base des élytres sont assez variables, il ne reste souvent que celles des épaules. La coloration de cette espèce jointe à la conformation des antennes, la distingue facilement de ses congénères. —

Prof. R. Böhm autorisiert mich zur Wiedergabe nachstehender, vorläufiger Mitteilungen.

Die Larven enthalten ein Gift aus der Gruppe der Toxalbumine, welches bei Kaltblütern schwach und sehr langsam, bei Säugetieren aber sehr stark und je nach der Höhe der Giftgabe in kürzerer oder längerer Frist tötlich wirkt.

Die nach subkutaner Einverleibung der wässerigen Lösung auftretenden Erscheinungen bestehen in Hämoglobinurie, Durchfällen und allgemeiner Paralyse. Post mortem findet man von der Injektionsstelle ausgehend die Haut und die angrenzenden Fascien in weiter Ausdehnung im Zustande hämorrhagischer Entzündung. Schwere Läsionen zeigen außerdem die Nieren, die Darmschleimhaut und, bei protrahierterem Verlauf der Vergiftung, auch die Lungen, Pleura und Peritoneum.

Die Wirksamkeit des Giftes wird durch Erhitzen der wässerigen Lösung desselben auf 80—100° C mit Sicherheit aufgehoben. Näheres über die Eigenschaften des Toxalbumins, den Verlauf der Vergiftung und die pathologischen Veränderungen der Organe wird in einer ausführlichen Abhandlung mitgeteilt werden (Prof. Böhm). —

Ueber den Einfluss des Druckes auf die Zellteilung und über die Bedeutung dieses Einflusses für die normale Eifurchung.

Von Dr. **F. Braem** in Breslau.

Eine bestimmte Beziehung der Zellteilung zu dem auf die Zelle wirkenden äußeren Druck wurde zuerst im Jahre 1884 von Pflüger[1] nachgewiesen. Pflüger fand, dass Froscheier, welche zwischen zwei parallelen Glasplatten vorsichtig eingezwängt waren, sich senkrecht zur Ebene der Platten furchten, nachdem sich die Längsaxe der Furchungsspindel dieser Ebene parallel gestellt hatte. Allerdings gilt das zunächst nur für die erste und zweite Furche, da die Sterblichkeit der gedrückten Eier und Mangel an Material der weiteren Ausdehnung der Versuche hinderlich waren. Mit dieser Einschränkung aber ergibt sich, „dass die Zellteilungen senkrecht oder nahezu senkrecht auf die Ebenen der Platten, die karyokinetische Streckung ihnen also parallel erfolgt". Da die Kernspindel in einer den Platten parallelen Ebene offenbar den freiesten Spielraum findet, während ihrer Streckung in jeder anderen Richtung der Druck der Platten entgegensteht, so bezeichnet Pflüger das erwähnte Verhalten als Wirkung „des Prinzips des kleinsten Widerstandes".

Ein Jahr später hat Roux[2]) über Versuche ähnlicher Art berichtet. Er hat durch Aufsaugen Eier von *Rana* in möglichst enge Röhren gebracht, so dass die Eier in der Richtung der Röhre zum Teil bis über das Doppelte des Querdurchmessers verlängert waren. Diese Eier teilten sich quer zur Röhre, so dass sie „ihrer kleinsten . . . . Durchschnittsfläche nach halbiert wurden".

Endlich hat neuerdings Driesch[3]) in der von Pflüger angegebenen Weise mit Eiern von Seeigeln, speziell von *Echinus microtuberculatus*, experimentiert. Er presste dieselben zwischen zwei nahezu parallelen Glasplatten ein, so dass sie in der verschiedensten Weise, teils mehr, teils weniger flachgedrückt wurden. Er beobachtete ihr Verhalten unter Druck bis zum 16zelligen Stadium. Die Kernspindeln stellten sich sämtlich horizontal, die Furchen demgemäß vertikal. Driesch erinnert dabei an den von O. Hertwig[4]) ausgesprochenen Satz, dass die Spindeln sich „in der Richtung der größten Protoplasma-

1) Ueber die Einwirkung der Schwerkraft und anderer Bedingungen auf die Richtung der Zellteilung. Dritte Abhandlung. Pflüger's Archiv für Physiologie, Bd 34 (1884) S. 607 ff.

2) Beiträge zur Entwicklungsmechanik des Embryo. Breslauer ärztliche Zeitschrift, VII. Jahrg. (1885) S. 76.

3) Entwicklungsmechanische Studien. Zeitschrift f. wiss. Zoologie, Bd. 55 (1892) S. 17 ff.

4) Welchen Einfluss übt die Schwerkraft auf die Teilung der Zellen? Jenaische Zeitschrift, Bd. 18 (1885) S. 194.

ansammlungen der Zelle" einstellen. Daraus schließt er, „dass die Teilwand eine Fläche minimae areae" sein müsse, und so sieht er in seinen Befunden eine Bethätigung des von Berthold[1]) auf die pflanzliche Zellenlehre angewandten „Prinzips der kleinsten Flächen". —

Die Uebereinstimmung dieser Thatsachen ist offenbar, und sie ist um so bedeutsamer, als sie für Eier von so verschiedener Art, wie die des Secigels und des Frosches sind, Geltung hat. Es ist höchst wahrscheinlich, dass wir in ihr den Ausdruck eines allgemeinen Gesetzes, wie es schon Pflüger vermutete, zu erkennen haben[2]).

Fassen wir Alles zusammen, was wir den erwähnten Befunden über die Beziehungen von Druck und Zellteilung entnehmen können, so ergibt sich, dass die Furchungsspindel sich stets senkrecht zur Richtung des stärksten Druckes stellt; sofern also dieser von parallelen Flächen ausgeht, parallel den letzteren. Gleichzeitig folgt, dass die Längsaxe der Spindel die Richtung des schwächsten Druckes aufsucht, was besonders klar in jenen Fällen hervortritt, wo das durch eine Röhre zylindrisch zusammengepresste Ei die Spindel in der Richtung der Röhrenaxe entwickelt. Wir finden demnach Pflüger's „Prinzip des kleinsten Widerstandes" bestätigt, für welches der oben angeführte Satz O. Hertwig's nur ein anderer Ausdruck wäre, insofern nämlich die „Richtung der größten Protoplasmaansammlungen der Zelle" naturgemäß mit der Richtung des kleinsten Widerstandes zusammenfällt; wenn nicht immer, so doch in der Regel.

In der Richtung des kleinsten Widerstandes — z. B. in der Längsaxe einer Röhre — steht dem sich teilenden Ei der freieste Raum zu Gebote. In dieser Richtung können die neugebildeten Zellen auseinanderrücken, hier kann eine Ausdehnung, eine Entwicklung, am leichtesten vor sich gehen. Teleologisch gefasst, können wir demnach das Prinzip des kleinsten Widerstandes auch so ausdrücken: Die Spindel eines un-

---

1) G. Berthold, Studien über Protoplasmamechanik, Leipzig 1886, Kap. VII, S. 219 ff.

2) Aus den Untersuchungen, die L. Auerbach im zweiten Hefte seiner Organologischen Studien (Breslau 1874) niedergelegt hat, geht hervor, dass er die Wirkung des Druckes zweier paralleler Glasplatten auf die Entwicklung des Eies von *Ascaris nigrovenosa* beobachtet hat. Da sich indessen hier keine näheren Angaben darüber finden, so richtete ich an Herrn Prof. Auerbach eine diesbezügliche Frage, die er dahin beantwortete, dass in den von ihm a. a. O. Taf. IV abgebildeten und noch in einigen folgenden (d. h. mehr als 4zelligen) Stadien die Spindeln „immer und ausnahmslos" den drückenden Platten parallel eingestellt gewesen seien. Es ist somit die Geltung der beim Frosch und beim Seeigel beobachteten Erscheinungen auch für die Eier der Ascariden nachgewiesen. Herr Prof. Auerbach hatte die Güte, mir die Veröffentlichung dieser Thatsache zu gestatten, obwohl er darüber selbst noch genauere Angaben zu machen gedenkt.

gleichem Druck unterliegenden Eies stellt sich in derjenigen Richtung ein, in welcher der räumlichen Entfaltung der Zelle und ihrer Teilprodukte der freieste Spielraum geboten ist.

Ich glaube, dass diese Fassung trotz oder vielmehr gerade wegen ihres teleologischen Gehaltes dem Wesen der Sache besser entspricht als die rein mechanische Deutung. Denn es scheint, dass nicht die Druckwirkung allein, sondern auch schon die Kontaktwirkung in Frage kommt. Hiefür spricht eine merkwürdige Beobachtung, welche Roux a. a. O. mitteilt. Einige der in die Glasröhre aufgenommenen Froscheier waren in der Weise deformiert, dass sie eine linsenförmige Abplattung in der Richtung der Röhre zeigten. Ihr größter Durchmesser fiel also in den Querschnitt der Röhre. Von einem Druck der Röhrenwände konnte unter solchen Umständen nicht die Rede sein, vielmehr war offenbar ein der Röhrenwand paralleler Druck wirksam gewesen. Gleichwohl furchten auch diese Eier sich größtenteils so, dass die Spindel der Röhre parallel, die Furche senkrecht zur Röhre stand. Die Spindel trat also in die Richtung der geringsten Plasmaansammlung der Zelle, und das Ei wurde, entgegen dem „Prinzip der kleinsten Flächen" gerade in seiner größten Durchschnittsfläche halbiert. Thatsächlich ist dieser Fall nur so erklärbar, dass der Kontakt mit der Röhrenwand vom Ei als Widerstand empfunden und wie ein stärkster Druck berücksichtigt wurde. Und in diesem Sinne ist allerdings das „Prinzip des kleinsten Widerstandes" auch hier noch zutreffend, denn der einzige positive Widerstand, der für das linsenförmig abgeplattete Ei existierte, war wirklich in der Wandung der Röhre gegeben, und wenn das Ei dieses Hemmnis vermied und sich senkrecht zur Röhre teilte, so wählte es nach dem „Prinzip des kleinsten Widerstandes" diejenige Richtung zu seiner Entfaltung, die ihm von allen den weitesten Spielraum gestattete.

In diesem zweckmäßigen Handeln der Zelle spricht sich vielleicht ein Vermögen aus, das durch künftige Versuche als ein sehr allgemeines aufgedeckt werden wird; eine Art Tastsinn, durch den es der Zelle möglich wird, sich über ihre unmittelbare Umgebung zu orientieren und demgemäß einzurichten. Will man dafür ein Wort, so kann man von einem negativen Stereotropismus der Zelle reden[1]).

Streng genommen gehört das Verhalten der linsenförmigen Eier nicht zu unserem Thema, da hier von der Wirkung des Druckes und nicht von Kontaktreizen die Rede sein soll. Immerhin ist es für uns bedeutsam, weil Druckwirkungen stets mit Kontaktreizen verbunden sind; vor allem aber dadurch, dass es uns das Prinzip des kleinsten

1) „Positiv stereotropisch" nennt Loeb in seinen Untersuchungen zur physiol. Morphologie der Tiere II, Würzburg 1892, S. 76, die Wurzeln von *Antennularia*, weil sie festen Körpern sich anzufügen streben.

Widerstandes besser verstehen und in seiner Tragweite würdigen lehrt. Es zeigt, dass weder das Prinzip der kleinsten Flächen, noch der Satz von der größten Protoplasmaansammlung der Zelle unbedingte Geltung besitzen, dass vielmehr nur das Prinzip des kleinsten Widerstandes den Kernpunkt der Sache trifft. —

Ich möchte nun, und das ist der eigentliche Zweck dieser Zeilen, darauf hinweisen, dass die experimentell konstatierte Wirkung des Druckes auf die Zellteilung geeignet erscheint, den Verlauf der normalen Furchung in wesentlichen Punkten zu erklären.

Dass lokalisierte Druckkräfte unter allen Umständen auf die einzelne Furchungskugel einwirken, unterliegt keinem Zweifel. Einerseits drücken die Furchungskugeln auf einander, und anderseits drücken die Eihüllen, vor allem die Eimembran, auf die Furchungskugeln.

Ich glaube, dass die wechselnde Stellung der Furchungsebenen, die Furchenfolge, durch diese Druckkräfte mit bedingt ist.

Als erläuterndes Beispiel wähle ich die nahezu reguläre Furchung des Eies von *Synapta digitata*, wie sie von Selenka im zweiten Hefte seiner Studien über Entwicklungsgeschichte der Tiere (Wiesbaden 1883) beschrieben ist.

Das Echinodermen-Ei ist bekanntlich von kugelrunder Gestalt. Der Plasmakörper ist umgeben von einer Gallertschicht, welche ihrerseits durch die Membran des Eies begrenzt wird. Nach erfolgter Befruchtung scheidet das Ei zudem einen Mantel hyalinen Plasmas aus, welcher sich unterhalb der Gallertschicht einschaltet. Dieser Plasmamantel wirkt nach Selenka (a. a. O. S. 39) als „elastische Hülle", die den Formveränderungen des Eies während der Furchung „einen Widerstand entgegensetzt", und sogar zu Verschiebungen der Furchungskugeln Veranlassung geben kann. Auf diese Weise wird der Druck der übrigen Eihüllen, der Membran und der Gallertschicht, noch erhöht. Da jedoch die drei peripheren Schichten alle in gleichem Sinne wirken, so werde ich im Folgenden lediglich von dem Druck der Membran sprechen

Bei einem runden Ei ist es klar, dass die Stellung der ersten Furchungsspindel unter normalen Verhältnissen nicht von äußeren Druckkräften abhängig sein kann, da der Druck der Membran auf alle Punkte der Kugeloberfläche gleichmäßig einwirkt, sich also aufhebt. Hier kann allein die Differenzierung des Plasmakörpers selbst in Betracht kommen. Sie besteht in der Hauptsache darin, dass von einem Ende des Eies zum anderen die passiven Nährsubstanzen, die ich schlechthin als Dotter bezeichnen will, allmählich zunehmen. Dadurch entsteht ein Gegensatz zwischen einer dotterreichen und einer dotterärmeren Hälfte des Eies. Die durch den Punkt der größten und den der geringsten Dotteranhäufung gelegte Gerade ist die Axe des Eies, und sie bezeichnet auf der Oberfläche der dotterarmen Hälfte den

animalen oder Richtungskörperchen-Pol, auf der Oberfläche der dotterreichen Hälfte den vegetativen Pol.

So gering der Gegensatz zwischen den beiden Hälften des Eies gelegentlich sein mag, wird er doch sicher niemals völlig vermisst. Jedes Ei wird daher nur in einer Richtung, nämlich senkrecht zur Polaxe, der Aequatorialebene parallel, so geteilt werden können, dass vom Zentrum der Schnittfläche nach jedem Punkte ihrer Peripherie hin ein gleiches Quantum von Dottersubstanz bestrichen wird.

Da nun der Dotter, als passives Nährmaterial, der Aktion der Zelle einen erheblichen Widerstand entgegensetzt, einen Widerstand, weit größer als der, den die übrige plasmatische Substanz bereitet, so werden für den in Spindelform übergehenden Kern nur in äquatorialer Richtung die Widerstände des Plasmas gleich sein. Nur in äquatorialer Richtung wird sich die Spindel gleichmäßig nach beiden Seiten verlängern können. In jeder anderen Richtung würden die Widerstände verschieden sein, indem für die eine, dem vegetativen Pole zustrebende Spindelspitze die Konzentration des Dotters immer größer, für die andere Spitze dagegen immer geringer würde. Es würden also die beiden Hälften der Spindel sich ungleich entwickeln, und zwar um so mehr, je stärker die Längsaxe der Spindel gegen die Polaxe geneigt wäre, am meisten, wenn sie mit dieser zusammenfiele. Es liegt demnach im Interesse einer möglichst äqualen Zellteilung, dass die Axe der Spindel sich horizontal stellt.

Schon Pflüger hat das Moment der bipolaren Differenzierung des Eiinhaltes zur Erklärung der horizontalen Lage der ersten Spindel herangezogen, ohne freilich dabei das Punctum saliens zu treffen. Er sagt nämlich mit Bezug auf das Ei des Frosches a. a. O. S. 609: „Vor dem Beginn der ersten Furchung liegt der Kern in dem dünnflüssigen Inhalt der oberen Calotte [d. i. der animalen Hälfte] des Eies. Würde die karyokinetische Streckung die Richtung von oben nach unten einschlagen wollen, so müsste sie in den dickflüssigen steifen Satz [der vegetativen Eihälfte] eindringen, der ihr einen beträchtlichen Widerstand entgegensetzt. Dehnt sich der Kern aber in horizontaler Richtung aus, so vollzieht sich die Bewegung nur in dem dünnflüssigeren Eiinhalte und in der Richtung der größten Dimension der Calotte. Die karyokinetische Streckung wird mit einem Worte dem geringsten Widerstande begegnen, wenn sie horizontal gerichtet ist". Pflüger glaubt also auch hier das Prinzip des kleinsten Widerstandes als letztes Motiv wirksam zu sehen. Das wäre jedoch nur dann zutreffend, wenn die animale und die vegetative Hälfte des Eies durch eine scharfe Grenze getrennt und in sich selbst gleichartig gemischt wären. Nur dann würde der auf der Trennungsfläche gelegene Kern bei horizontaler Streckung ein Minimum an dotterreicher Substanz zu verdrängen haben. Thatsächlich findet aber zwischen der animalen und der vege-

tativen Hälfte ein kontinuierlicher Uebergang statt, derart, dass der Dotter von einem Punkte der dichtesten Häufung in der Nähe des vegetativen Poles nach einem Punkte der geringsten Konzentration in der Nähe des animalen Poles allmählich ab-, in umgekehrter Richtung dagegen zunimmt. Streckt sich also der Kern unter Abweichung von der Horizontalebene in einer zur Axe des Eies schiefen Richtung, so wird allerdings für die dem vegetativen Pole zustrebende Spindelspitze der Widerstand sich vergrößern; ebenso sehr aber wird er sich für die andere Seite der Spindel verringern, da ja die Konzentration des Dotters gegen den animalen Pol hin fortwährend abnimmt: so dass der Gewinn auf der einen Seite durch den Verlust auf der anderen aufgewogen wird, und folglich bei jeder Lage der Spindel die Summe der Widerstände sich gleich bleibt. Ist bei horizontaler Streckung der Widerstand auf beiden Seiten der Spindel $= w$, so ist er bei einer anderen Lage auf der vegetativen Seite $= w + x$, auf der animalen Seite $= w - x$. Die horizontale Streckung kann daher nicht in dem Prinzip des kleinsten Widerstandes begründet sein.

Was die horizontale Streckung vor jeder anderen Richtung voraus hat, das ist die Gleichheit der Widerstände. Es ist das Prinzip des gleichen Widerstandes, wodurch die horizontale Lage der Spindel bedingt wird. Wir müssen annehmen, dass der Kern von vornherein das Bestreben hat, sich gleichmäßig nach beiden Seiten hin auszudehnen und somit auf eine äquale Zellteilung hinzuwirken. Deshalb wählt er zunächst die horizontale Richtung, denn diese allein macht eine gleichmäßige Entwicklung der beiden Spindelhälften möglich. Die fertige Spindel wird sich alsdann dem Zellkörper gegenüber ähnlich verhalten wie etwa ein Stab, der in einer Flüssigkeit schwimmt, welche von oben nach unten an Zähigkeit allmählich zunimmt: der Stab wird nach Maßgabe seines spezifischen Gewichtes in einer bestimmten Höhe der Flüssigkeit horizontal schweben.

Es liegt im Wesen der kinetischen Kernteilung, dass sie auf eine gleichmäßige Spindelbildung, eine gleichmäßige Verteilung der Kernsubstanzen hinstrebt. Jede kinetische Kernteilung wird a priori dieser Tendenz zu folgen suchen. Aber sie wird ihr nur so weit nachgeben können, als keine anderen Einflüsse hindernd entgegentreten. Zu den letzteren gehören zunächst die ungleichen Widerstände des Zellplasmas; wir sahen, dass eben dadurch die Lage der ersten Spindel bedingt war. Ferner werden dahin die äußeren Druckkräfte zu rechnen sein. Schon bei der zweiten Furchung kommen dieselben in Frage.

Das auf dem 2zelligen Stadium befindliche Ei von *Synapta* (Fig. 1) unterliegt in der durch die Verbindungslinie der Kernmittelpunkte gegebenen Richtung einem stärksten Druck. In dieser Richtung ist die Membran (*m*) am meisten gedehnt, ihre Spannung am größten. Hier wird jede Zelle einerseits durch die Membran, anderseits

durch die Nachbarzelle eingeengt. In jeder anderen Richtung ist der Druck geringer. Nach dem Prinzip des kleinsten Widerstandes müssen nunmehr die Spindeln sich senkrecht zur Axe des stärksten Druckes stellen, also senkrecht zur Axe *hh*. Nach dem Prinzip des gleichen Widerstandes aber werden sie wiederum, wie bei der ersten Furche, die Aequatorialebene wählen, also die Polaxe *AV* kreuzen. Sie werden sich demnach in Fig. 1 senkrecht zur Fläche des Papieres strecken und dadurch beiden Prinzipien, dem des kleinsten und dem des gleichen Widerstandes, gerecht werden. In der That entspricht dies der Wirklichkeit. Die zweite Furche verläuft also in der durch die Axen *hh* und *AV* bestimmten Ebene, in Fig. 1 fällt sie mit der Papierfläche zusammen. Sie ist eine Meridionalfurche, die auf der ersten Furche senkrecht steht.

Fig. 1.

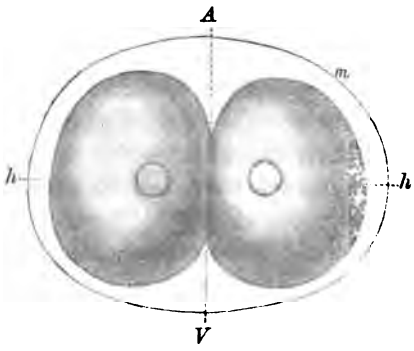


Fig. 2.

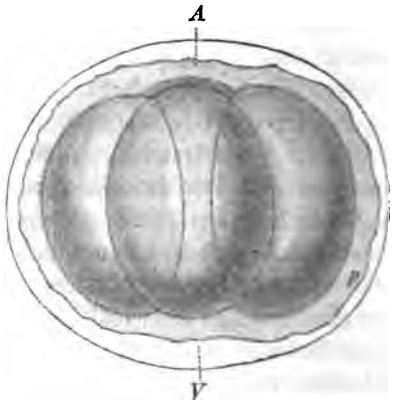


Fig. 1. Ei von *Synapta digitata* im 2zelligen Stadium. Vergr. etwa 350. Kopie nach Selenka, Studien über Entwicklungsgeschichte der Tiere, Wiesbaden 1883, Taf. IX, Fig. 66. *A* animaler, *V* vegetativer Pol des ungefurchten Eies; *AV* die Polaxe. *hh* die längste horizontale Axe, in welcher die Aequatorialebene senkrecht zur Polaxe verläuft. *m* Eimembran.

Fig. 2. 4zelliges Stadium von *Ophioglypha lacertosa*, dem entsprechendes Stadium von *Synapta*, welches Selenka nur in der Polansicht abbildet, äußerlich fast gleich. Vergr. etwa 400. Kopie nach Selenka a. a. O. Taf. VIII. Fig. 56. *AV* die Polaxe. *p* helles Protoplasma, vom Ei nach der Befruchtung ausgeschieden.

So resultiert das 4zellige Stadium mit vier unter sich gleichen Furchungskugeln (Fig. 2). Die Richtung des stärksten Druckes ist durch die Aequatorialebene bestimmt, in welcher die Mittelpunkte aller vier Zellen liegen. In dieser Richtung wird jede Zelle von drei Seiten her eingeengt, einerseits durch die Membran, anderseits durch die zwei Nachbarzellen. Der Druck ist so stark, dass die Zellen in der Richtung des kleinsten Widerstandes, d. i. senkrecht zur Aequatorialebene,

der Polaxe parallel, bedeutend verlängert erscheinen. Nach dem Prinzip des kleinsten Widerstandes müssen die Spindeln nunmehr in dieser Richtung sich einstellen. Da dieselbe jedoch senkrecht zur Aequatorialebene verläuft, so ist klar, dass das Prinzip des gleichen Widerstandes dadurch verletzt würde.

Welchem von beiden Prinzipien werden die Kerne nun folgen?

Die Druckversuche mit den Eiern des Frosches und des Seeigels haben gelehrt, dass die Spindeln sich unter allen Umständen der drückenden Fläche parallel, d. h. in der Richtung des kleinsten Druckes einstellen. Wir dürfen daraus den Satz ableiten, dass in Fällen, wo das Prinzip des kleinsten und das des gleichen Widerstandes einander ausschließen, die karyokinetische Streckung dem ersteren folgt. Der Grund dieses Verhaltens ist offenbar der, dass die Zelle lieber in eine ungleiche Teilung willigt, als überhaupt auf die Teilung verzichtet. Denn ein zwischen zwei Glasplatten eingezwängtes Ei hat nur in der den Platten parallelen Richtung Raum zur Entfaltung. Nur hier können neue Teilprodukte Unterkunft finden, während senkrecht dazu der Raum vergeben ist. Der äußere Druck ist ein Hindernis ungleich gröberer Art, als es der Widerstand inmitten der Zelle ist.

Nach dem Prinzip des kleinsten Widerstandes werden also im 4zelligen Stadium die Spindeln die Richtung der Polaxe einschlagen, wie es thatsächlich der Fall ist. Dadurch wird aber die äquale Entwicklung der beiden Spindelhälften beeinträchtigt werden, indem für die eine Hälfte die Widerstände des Plasmas wachsen, für die andere dagegen geringer werden. Vielleicht ist hiemit ein Grund gegeben, dass die vier vegetativen Zellen des nun folgenden 8-Stadiums sich auch bezüglich der Kerne etwas anders verhalten als die vier animalen.

Dass wirklich der äußere Druck als die Ursache für die senkrechte Einstellung der Spindeln anzusehen ist, dafür spricht die Beobachtung von E. B. Wilson[1]), dass die Furchungskugeln des im 4-Stadium befindlichen *Amphioxus*-Eies, wenn sie aus dem Verbande der Nachbarzellen gelöst werden, sich sogleich wieder meridional zu teilen beginnen. Mit dem Wegfall des äußeren Druckes tritt das Prinzip des gleichen Widerstandes in sein Recht und die Spindeln stellen sich demgemäß horizontal.

Auf dem 8zelligen Stadium (Fig. 3) liegen die Mittelpunkte der Zellen ziemlich genau in den acht Ecken eines Würfels. Jede Zelle ist einerseits dem Druck der Membran, anderseits dem Druck von drei Nachbarzellen ausgesetzt, die in der Richtung der drei im Zentrum der ersten Zelle zusammenstoßenden Würfelkanten auf die Zelle einwirken. Der Druck der Membran konzentriert sich in der Richtung der Diagonale des Würfels und wirkt der aus den drei

1) On multiple and partial development in *Amphioxus*. Anat. Anzeiger, Bd. VII (1892), S. 732 ff.

anderen Druckkräften sich ergebenden Resultante entgegen. Nach dem Prinzip des kleinsten Widerstandes wird sich die Spindel daher in einer zur Würfeldiagonale senkrechten Ebene einstellen müssen. Nach dem Prinzip des gleichen Widerstandes aber wird sie innerhalb dieser Ebene diejenige Richtung einschlagen, welche mit der Aequatorialebene der Zelle zusammenfällt, wird also der dritten Furche parallel gehen. Jede der acht Zellen wird demnach durch eine Meridionalfurche in zwei gleiche Stücke zerlegt werden, und so resultiert das 16zellige Stadium, bestehend aus einem animalen und einem vegetativen Kranze von je acht Zellen (Fig. 4).

Fig. 3.

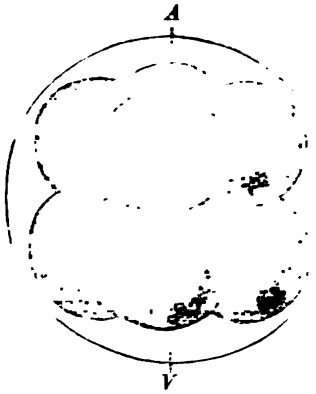


Fig. 4.

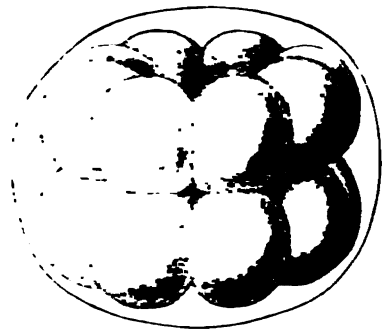


Fig. 3. 8zelliges Stadium von *Synapta digitata*. Vergr. etwa 350. Kopie nach Selenka a. a. O. Taf. IX, Fig. 68, nur die Membran ist hier, wie in den folgenden Figuren, von mir hinzugefügt. *AV* die Polaxe.

Fig. 4. 16zelliges Stadium von *Synapta*. Selenka, Fig. 69

Im 16zelligen Stadium ist offenbar in äquatorialer Richtung der Druck am stärksten. In dieser Richtung ist die Membran am meisten gespannt, senkrecht dazu, in der Richtung der Polaxe, nur wenig. Das Verhältnis ist ähnlich wie auf dem 4-Stadium: dort lagen vier Zellen im äquatorialen Querschnitt, hier deren acht; dort war die Polaxe durch den Durchmesser einer Furchungskugel bestimmt, hier ist sie durch den von zweien gegeben. Die räumlichen Proportionen sind demnach die gleichen. Da ihnen die Druckverhältnisse parallel gehen, so werden auch diese einander entsprechen. Der vorwiegend äquatoriale Druck wird auch im 16zelligen Stadium gemäß dem Prinzip des kleinsten Widerstandes eine meridionale Richtung der Spindeln herbeiführen, gleichzeitig aber wird das Prinzip des gleichen Widerstandes dadurch verletzt werden. Die Furchen werden für alle Zellen äquatorial gerichtet sein und auf diese Weise wird das 32zellige Stadium zu stande kommen (Fig. 5).

Je mehr sich die Zellen häufen, um so schwieriger wird es natürlich, die Druckkräfte zu kontrollieren und ihre Beziehung zur Stellung der Spindeln nachzuweisen. Aber der regelmäßige Wechsel von meridional und äquatorial gerichteten Furchen, welcher wenigstens für die zwei den Aequator des Eies begrenzenden Zellenringe noch eine Zeit lang verfolgt werden kann, lässt der Vermutung Raum, dass auch ferner die Wirkung des Druckes von Einfluss bleibt. Denn jede meridionale Teilung der Zellen muss den äquatorialen Umfang der Blastula erweitern und den äquatorialen Druck demgemäß verstärken. Das Ueberwiegen des letzteren muss alsdann eine meridionale Stellung der Spindeln zur Folge haben, indem das Prinzip des gleichen Widerstandes zeitweilig zu Gunsten des Prinzipes des kleinsten Widerstandes suspendiert wird. Ist aber durch die dadurch bedingte äquatoriale Furchung die Spannung ausgeglichen, so wird das Prinzip des gleichen Widerstandes in sein altes Recht treten: die Spindeln werden sich äquatorial, die Furchen meridional stellen. Nach Ablauf dieser Furchung wird abermals ein Plus an äquatorialer Spannung bemerkbar werden, das Prinzip des kleinsten Widerstandes gewinnt die Oberhand und bedingt eine meridionale Stellung der Spindeln, eine äquatoriale Richtung der Furchen. —

Ich bin weit entfernt von dem Glauben, dass hiemit etwa die Furchung an sich erklärt sei, oder dass alle Entwicklungsvorgänge von rein mechanischen Gesichtspunkten aus verständlich gemacht werden könnten. Die Thatsache, dass eine Entwicklung stattfindet, bleibt uns im Grunde ebenso rätselhaft wie die Thatsache, dass die Entwicklung unter allen Umständen auf diesen bestimmten Organismus hinarbeitet. Früher oder später treten in jeder Entwicklung Formveränderungen zu Tage, die den Stempel des Willkürlichen, gleichsam Beabsichtigten an sich tragen, und angesichts deren wir uns nur auf eine bestimmte Tendenz, eine spezifische Energie des Eies zu berufen vermögen. Manchmal machen sich solche Erscheinungen schon auf den ersten Furchungsstadien bemerkbar. Wenigstens habe ich mich vergebens bemüht, die Thatsache, dass bei den Eiern der Seeigel die vier animalen Zellen des 8-Stadiums äquatorial statt meridional gefurcht werden (s. Selenka a. a. O. Fig. 5 u. 31), auf rein mechanische Ursachen zurückzuführen. Der Organismus braucht Mikromeren, deshalb will er sie bilden[1]).

1) Anmerkungsweise mag hier eines Falles gedacht werden, bei dem ich mich weder auf die Autonomie der Zelle, noch auf mechanische Einflüsse bestimmt zu berufen wage. Die runden Eier der Anneliden werden von vornherein in zwei sehr ungleiche Zellen gespalten, in denen das Material für die vordere und hintere Körperhälfte gesondert vorliegt. Die Furche verläuft meridional, die zugehörige Spindel streckt sich daher, wie gewöhnlich, äquatorial. Da nun die Furchungskugeln trotzdem verschieden an Größe sind, so müssen

Aber damit ist keineswegs die Möglichkeit ausgeschlossen, dass dennoch mechanische Einflüsse die Form der Entwicklung mit bestimmen. Dass dies unter abnormen Verhältnissen der Fall sein kann, haben die früher erwähnten Druckversuche bewiesen. Unter ihnen sind die von Driesch insofern besonders bedeutsam, als der genannte Autor das Schicksal der Eier am weitesten verfolgt hat. Driesch hat Seeigeleier, die in beliebiger Stellung zwischen zwei Glasplatten festgelegt worden waren, sich bis zum Stadium von 16 Zellen unter Druck furchen lassen. Alle Teilungsflächen waren senkrecht auf die drückenden Platten gerichtet, die normale Form der Furchung war also total geändert. Sie war ferner, wegen der wechselnden Stellung der Eier, für jedes Ei in anderer Weise geändert. Aus den so deformierten Gebilden gingen aber gleichwohl normale Larven hervor, in nichts von den gewöhnlichen unterschieden. Dies zeigt auf das deutlichste, dass die äußere Form der Furchung bis auf einen gewissen Grad variabel ist, dass sie geändert werden kann, ohne dass gleichzeitig auch das Resultat der Furchung ein anderes wird. Das Ziel bleibt dasselbe, aber der Wege dahin gibt es mehrere, ja innerhalb der gesteckten Grenzen unendlich viele [1]).

Wenn nun trotz dieser experimentell belegten Variabilität die Form der Furchung unter normalen Verhältnissen durchaus konstant erscheint, so werden wir annehmen müssen, dass diese Konstanz nicht auf den Eigenschaften der belebten Materie selbst beruht, sondern dass sie in anderen Umständen ihren Grund hat. Es muss Ursachen geben, die es bedingt haben, dass die variable Entwicklungsform sich in konstante Bahnen gefügt hat.

Ich glaube gezeigt zu haben, dass einerseits in dem Druck der Membran auf die Furchungszellen, anderseits in dem Druck der

---

wir annehmen, dass die Eier der Anneliden von Hause aus bilateral differenziert sind. Warum aber streckt sich alsdann die erste Spindel nicht in der Richtung des gleichen Widerstandes, da doch ein solcher auch in der Aequatorialebene zu finden ist? Warum trennt die Primärfurche das Material für den vorderen und hinteren Teil des Körpers statt für die linke und rechte Seite, wie es dem allgemeinen Verhalten und dem Prinzip des gleichen Widerstandes entsprechen würde? Hier auf eine dem Ei immanente Tendenz zurückzugreifen, scheint mir deshalb gewagt, weil nicht ersichtlich ist, warum gerade eine vordere und hintere statt einer rechten und linken Hälfte zuerst notwendig sein sollte. Eher möchte ich glauben, dass hier ein Missverhältnis zwischen dem Kern und dem Plasmakörper der Zelle besteht, wodurch es dem Kern unmöglich gemacht ist, das Ei in einer größten Teilungsebene zu halbieren, und wodurch er genötigt wird, eine Ebene minoris areae aufzusuchen.

1) Driesch a. a. O. S. 17 ff. Vergl. dazu Braem, Das Prinzip der organbildenden Keimbezirke und die entwicklungsmechanischen Studien von H. Driesch. Biol. Centralblatt, Bd. XIII (1893) S. 146 ff.

Furchungszellen gegen einander, solche Ursachen zu finden sind. Der äußere Druck wirkt dem Prinzip des gleichen Widerstandes, nach dem sich die Zelle ursprünglich zu teilen strebt, entgegen. Aus dem Widerstreit beider Motive, aus dem abwechselnden Steigen und Fallen des äußeren Druckes, der den richtenden Einfluss der ungleichen Widerstände des Zellplasmas auf die Stellung der Spindeln bald aufhebt, bald wieder hervortreten lässt, ergibt sich die für die reguläre Furchung charakterische Furchenfolge, ein Wechsel von äquatorialen und meridionalen Teilungen. —

In noch einer anderen Hinsicht scheint mir die Wirkung des äußeren Druckes geeignet zu sein, um über eine Schwierigkeit im Verständnis der Entwicklungsvorgänge hinwegzuhelfen. Es ist nämlich keineswegs klar, wie bei regelmäßigem Wechsel von äquatorialen und meridionalen Furchen schließlich eine geschlossene Hohlkugel aus dem Ei hervorgehen könne. In Fig. 4 und 5 sind die Furchungskugeln in Form eines an beiden Polen offenen Zylinders angeordnet. Durch weitere äquatoriale und meridionale Teilungen kann dieser Zylinder lediglich größer, niemals aber zu einer geschlossenen Kugel werden.

Schon Selenka (a. a. O. S. 32) hat diesen Umstand betont. Die Thatsache, dass die Furchungszellen sich dennoch allmählich zum Kugelmantel zusammenfügen, erklärt er dadurch, dass 1) „die den Polen genäherten Zellen etwas kleiner sind", und dass sie 2) „unter wachsender Regellosigkeit der Anordnung" aus der Kranzform heraustreten und die Form der Calotte annehmen. Diesen Prozess sucht Selenka auf eine Verschiebung der Furchungszellen gegen einander zurückzuführen.

Was nun das erste Moment betrifft, so ist der Unterschied in der Größe der Zellen, falls er wirklich an beiden Polen besteht, so gering, dass er auf keine Weise die Bildung der Kugel erklären kann. Was aber die Verschiebung der polaren Zellenkränze angeht, so ist es höchst unwahrscheinlich, dass ein Prozess von so fundamentaler Bedeutung lediglich dem Zufall überlassen sein soll. Erstens ist für das Eingreifen eines solchen Zufalls keinerlei Garantie gegeben: man sieht nicht, weshalb die natürliche Ordnung der Zellen immer durch irgend ein Ungefähr gestört werden sollte. Zweitens würden, wenn die Verschiebung einträte, die an den Pol rückenden Zellen für ihre Aufgabe durchaus nicht organisch prädestiniert sein: sie würden nur deshalb zu Polzellen werden, weil ihnen der Würfel dies Loos bestimmt hat.

Dagegen bietet uns das Prinzip des kleinsten Widerstandes ein Mittel, um die „wachsende Regellosigkeit der Anordnung" dieser Zellen begreiflich zu machen.

Es liegt auf der Hand, dass für die polaren Zellen der Fig. 5 andere Druckverhältnisse gelten als für die äquatorialen. Der Unter-

schied erstreckt sich sowohl auf die Zahl als auch auf die Intensität der Druckkräfte.

Während die äquatorialen Zellen (Fig. 5, *a a*), außer von der Membran des Eies, von vier Nachbarzellen umschlossen sind, sind es die polaren nur von dreien, und zwar so, dass die eingeschlossene Zelle an einer Seite völlig frei bleibt. Nach dieser Seite hin, d. h. polwärts, richtet sich ohne Zweifel die Axe des kleinsten Widerstandes. Nach dieser Seite hin werden daher die Spindeln der polaren Zellenkränze durch den Druck abgelenkt werden. Sofern eine meridionale Stellung der Spindel in Frage kommt, ist das unwesentlich, weil die Axe der Spindel dann ohnehin in die Richtung des kleinsten Widerstandes fällt. Sofern es sich aber um äquatoriale Stellungen (also meridionale Furchen) handelt, wird das Prinzip des kleinsten Widerstandes ein Hindernis bilden: die Spindeln werden aus der Aequatorialebene heraus den Polen zustreben.

Fig. 5.

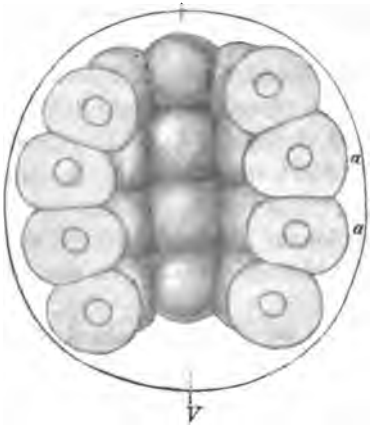


Fig. 5. 32 zelliges Stadium von *Synapta*, in einer die gegenüberliegenden Zellen halbierenden Meridionalebene durchschnitten. Vergr. etwa 350. Kopie nach Selenka a. a. O. Taf. IX, Fig. 73. *AV* die Polaxe. *aa* die beiden an den Aequator grenzenden Zellenringe.

Das wird um so mehr der Fall sein, als der äquatoriale Druck, den die Zellen durch ihre seitlichen Nachbarzellen erfahren, an den Polen viel größer ist als am Aequator, weil ja die polaren Kränze bei gleicher Zahl der Zellen viel enger gefügt sind. Die engere Fügung aber beruht auf dem Widerstand der Membran des Eies, die daher gleichfalls die polaren Zellen stärker beeinflussen wird als die äquatorialen. Die Angriffspunkte der Membran und der seitlichen Nachbarzellen bezeichnen demnach für die polaren Zellen eine Ebene des stärksten Druckes, die als solche auch dann noch bestehen wird, wenn in den äquatorialen Zellen der seitliche Druck nicht mehr die Herrschaft hat. Wenn also am Aequator nichts mehr der horizontalen Lage der Spindeln im Wege steht, wird an den Polen dennoch das Ueberwiegen des äquatorialen Druckes dieser Lage hinderlich sein:

die Spindeln werden sich senkrecht zur Ebene des stärksten Druckes, d. h. polwärts, zu stellen suchen.

Beide Momente — der Mangel eines polaren Widerstandes und der stärkere äquatoriale Druck — wirken also in den Zellen der polaren Kränze gleichzeitig und in gleichem Sinne. Sie summieren einander und erschweren so zwiefach die äquatoriale Stellung der Spindeln in diesen Kränzen. Die äquatoriale Stellung wird daher immer nur annäherungsweise stattfinden können, die Spindel wird nicht genau in den Aequator der Zelle fallen, sondern sie wird gegen den Pol hin ausweichen. In Folge dessen wird auch die meridionale Furche einen etwas schrägen Verlauf nehmen.

Mit der Ablenkung der Spindeln von der äquatorialen Richtung in die Richtung des kleinsten Widerstandes, d. h. nach den Polen zu, sind aber die Bedingungen für ein Herausrücken der Teilprodukte aus dem Verbande des Zellenkranzes gegeben. Entsprechend der polaren Ablenkung der Spindeln werden die neugebildeten Zellen in die an den Polen bestehende Lücke, so weit es der Raum zulässt, hineingeschoben, und auf diese Weise wird die Bildung einer rings geschlossenen Blastula angebahnt. Damit ist die von Selenka beobachtete Verschiebung der polaren Zellenkränze auf eine rationale Basis gestellt. —

So viel über diese Verhältnisse.

Ich glaube im Vorstehenden den Nachweis geführt zu haben, dass der durch Experimente ermittelte Einfluss des äußeren Druckes auf die Richtung der Furchen auch in der normalen Entwicklung sich bethätigt, und dass er in mehrfacher Hinsicht geeignet erscheint, die Form des Entwicklungsverlaufes verständlich zu machen. Ich vermute, dass dies bald in umfassenderer Weise geschehen könnte, wenn die Embryologen künftig darauf ihr Augenmerk richten wollten.

März 1894.

Zur Ontogenie des *Amphioxus lanceolatus*.

Von **Joseph Eismond**.

(Aus dem zootomischen Institut der Universität Warschau.)

Gestützt auf genauere Studien über die Organogenie des *Amphioxus*, begann in neuester Zeit eine Anschauung sich Bahn zu brechen, dass dieser berühmte Organismus, in phylogenetischer Hinsicht betrachtet, wohl keine primär einfachste Wirbeltierform ist.

Ein solcher Gedanke, der noch faktischer Beweise bedarf, steht durchaus in direktem Widerspruch mit der für gewöhnlich vertretenen Ansicht verschiedener Autoren, welche den *Amphioxus* dennoch für eine Urform erklären und seine Ontogenieverhältnisse, ohne darin sekundäre Komplizierungen zu entziffern, als Grundschema bei Beurteilung

entwicklungsgeschichtlicher Daten der höheren Wirbeltiere ansehen. Es erwies sich wirklich auf dem Wege vergleichend entwicklungsgeschichtlicher Untersuchungen, dass einige für einzelne Wirbeltierklassen geltende Ontogenieverhältnisse auf die des *Amphioxus* gewissermaßen zurückzuführen sind; dabei erkannte man, dass ein solches Zurückführen um so leichter gelingt, je weiter man von den Amnioten zu den niederen Ichthyopsiden herabsteigt. Es muss jedoch hervorgehoben werden, dass die, wie man sagt, einfacheren Verhältnisse des *Amphioxus*, worauf die komplizierteren der Fische, Amphibien u. s. w. öfters noch mit gewisser Vorsicht zurückgeführt werden können, vorzugsweise, wenn nicht ausschließlich, sich nur auf die Keimblätterbildung und auf die Anlage der Chorda sowie des Zentralnervensystems beschränken. Dieses reicht aber, wie ich glaube, nicht aus, um die Ontogenieverhältnisse des *Amphioxus* für ganz primäre erklären zu können.

Abgesehen von der Organogenie, deren Verhältnisse uns vor allem den vermeintlich primären Charakter des in Rede stehenden Tieres in Zweifel ziehen lassen, glaube ich einen Beweis noch dafür liefern zu können, dass seine früheren Entwicklungsstadien einen deutlichen Ausdruck sekundärer Komplizierungen zu offenbaren scheinen. Diesbezüglich verdienen einige Vorgänge besonderes Interesse, deren Ablauf zeitlich mit der Keimblätterbildung zusammentrifft, in tektonischer Hinsicht aber zur Ausbildung der ersten Anlage des Zentralnervensystems in gewisser Beziehung steht.

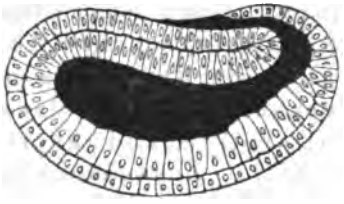
Dank den wertvollen Arbeiten Kowalewski's[1]) und Hatschek's[2]) ist es bereits sicher erkannt worden, dass die Medullaranlage beim *Amphioxus*, bevor sie sich in die Furche und daraufhin ins Rohr umbildet, epibolisch durch eine Art ektodermales Häutchen überwachsen wird. Dabei beginnt diese Ueberwachsung bereits zu der Zeit zu Tage zu treten, wo die Medullarplatte soeben als solche zu unterscheiden ist, und — was namentlich hier besonders interessant ist — geht in der Weise vor sich, dass das erwähnte Häutchen von der unteren Urmundlippe und gleichzeitig von den damit im kontinuierlichen Zusammenhange stehenden seitlichen Bezirken des Ektoderms des hinteren Abschnittes des Embryokörpers fortwächst. Da dieses Häutchen immer mehr in seinem Wachstum von hinten und den Seiten her nach vorne zu an Ausdehnung zunimmt, so bildet es, bereits auf einem früheren Stadium begriffen, einen zusammenhängenden Ueberzug, welcher nicht nur den Urmund, sondern auch die Medullarplatte selber auf eine gewisse Strecke von außen her dachförmig bedeckt. Solche Verhält-

1) A. Kowalewski, Weitere Studien über die Entwicklung des *Amphioxus lanceolatus*. Archiv f. mikr. Anat., Bd. 13, 1877.

2) Hatschek, Studien über Entwicklung des *Amphioxus*. Wien 1881.

nisse sind auf untenstehendem Schema (Fig. 1) veranschaulicht, welches die Beziehung des besprochenen Häutchens zum Embryokörper auf dem Medianschnitt illustriert.

Fig. 1.



Die in Rede stehenden Verhältnisse sind durch Kowalewski in folgender Weise erklärt worden: . . . „Das hintere Ende der Rückenfurche umgibt die Einstülpungsöffnung nach rückwärts, wobei deren hinterer Rand auch den hinteren Rand der Rückenfurche bildet. Die jetzt beginnende Schließung der Rückenfurche geht hier, sowie bei den anderen Wirbeltieren, von hinten aus, wobei die ganz hinteren Ränder, welche die Einstülpungsöffnung rückwärts begrenzten, sich aufheben, eine Art Dach über diese Oeffnung bilden und, immer mehr und mehr nach vorne wachsend und mit den seitlichen Rändern der Rückenfurche verschmelzend, den Rücken resp. das Nervenrohr zu bilden beginnen“ (l. c. S. 184). Die Ungenauigkeit dieser Darstellung Kowalewski's besteht vor allem darin, dass, er zwar einmal in dem Fortwachsen des Häutchens, wodurch die Medullaranlage bedeckt wird, die Schließung der Rückenfurche erblickt, aber dennoch weiter angibt, dass die letztere „obgleich von außen vollständig bedeckt, innen unter der Haut noch offen ist“ . . . (l. c. S. 184). Ferner irrte der genannte Forscher, indem er sich äußerte, dass die beginnende Schließung der Rückenfurche beim *Amphioxus* „sowie bei den anderen Wirbeltieren“ von hinten ausgeht, d. h. dass sie vom Blastoporus her in der Richtung nach vorne zu fortschreitet. Wir wissen indessen ganz sicher, dass dies gerade nicht der Fall ist, weil die Schließung der Nervenrinne bei allen Wirbeltieren an der Stelle beginnt, welche dem Mittelhirn entspricht, und von da nach hinten, wie auch nach vorne zu allmählich fortschreitet, was zur Folge hat, dass sich hinten (sowie auch vorne) stets eine Stelle lange Zeit erhalten bleibt, wo das Nervenrohr noch geöffnet ist. Geht also die Schließung der Medullarfurche beim *Amphioxus* in der Weise vor sich, wie dies Kowalewski geschildert hatte, so könnten die bei allen Wirbeltieren so gleichartigen Verhältnisse mit den gleichnamigen und zugleich „einfacheren“ des *Amphioxus* keineswegs in Uebereinstimmung gebracht werden. Das ist übrigens ganz begreiflich, da Erscheinungen, welche miteinander nichts zu thun haben, niemals miteinander zu harmonieren vermögen. Aus Angaben von Hatschek ist es gerade zu entnehmen, dass die besprochene Ueberwachsung der Medullarplatte — welche Erscheinung außer dem *Amphioxus*

bloß bei den Tunikaten zu erkennen ist, — mit der eigentlichen Differenzierung der Medullaranlage nicht verwechselt werden kann. Die diesbezüglichen Befunde Hatschek's, obwohl er dieselben näher nicht erklärt und darin eine Beziehung zur Bildung des Zentralnervensystems erblickt, lauten folgendermaßen: Die Ueberwachsung der Medullaranlage schreitet sehr rasch vorwärts, während unterhalb der Haut ein noch weit offenes Medullarrohr vorhanden ist, so dass die Höhlung zwischen der Medullarplatte und äußerer Haut wie eine flache Spalte aussieht. . . . Zusammenkrümmung der Medullarplatte ist mit einer Verschmälerung der letzteren verbunden, welche dadurch bedingt ist, dass die Zellen ihre Form verändern, indem sie zu hohen schmalen keilförmigen Zellen sich umgestalten. Dieser Prozess nimmt in der Region des ersten Ursegmentes seinen Anfang und schreitet nach hinten zu weiter fort. Wir sehen denselben in den Stadien dieses Entwicklungsabschnittes ungefähr ebensoweit nach hinten vorgeschritten, als die Ursegmentbildung. . . . . „Wir sehen, dass die Bildungsprozesse am Medullarrohre jetzt, dem metamerischen Typus entsprechend, von vorne, wo die älteren Ursegmente liegen, nach hinten zur Region der jüngeren fortschreiten, während die Ueberwachsung der Medullarplatte in umgekehrter Richtung erfolgte" (l. c. S. 44).

Was soll demnach diese Ueberwachsung selbst bedeuten? Da die Umbildungen der Medullaranlage beim *Amphioxus* im wesentlichen auf demselben Wege, wie bei allen Wirbeltieren vor sich gehen, indem — wie dies ja aus den oben angeführten Angaben Hatschek's ersichtlich ist — die Zusammenkrümmung der Medullarplatte und deren erste Schließung ins Medullarrohr an der Stelle beginnt, welche in topographischer Beziehung nicht in Blastoporusregion zu liegen kommt, sondern nach vorne, d. h. nach dem Kopfende gerückt ist, so sehen wir, dass die in Betracht kommende Ueberwachsung der Medullaranlage mit Differenzierung der letzteren wohl nichts zu thun hat. Dabei drängt sich unwillkürlich eine Vermutung auf, dass der besprochene Vorgang, indem er mit der Schließung der Medullarfurche nicht zu verwechseln ist, hier etwas besonderes darbieten soll. Zu einem solchen Endschlusse führt uns sowohl die Kenntnis des allgemeinen Habitus des oben erwähnten Häutchens, als auch die Weise seiner Ausbildung selber. Wir haben namentlich eine Thatsache vor uns, dass 1) dieses Häutchen in der Weise einer sich epibolisch ausbreitenden Zelllage an Ausdehnung zunimmt und 2) dass die Ueberwachsung der Medullarplatte auf dem successiven Vorwachsen der unteren Urmundlippe sowie der damit in kontinuierlichem Zusammenhange stehen-

den nächsten Abschnitte des Ektoderms beruht, welche am hinteren Ende des Embryokörpers die sich auszuzeichnen beginnende Medullarplatte seitlich umgeben. Sind solche Verhältnisse primär, so wäre es sehr schwierig zu verstehen, warum noch nie eine geringste Spur einer ähnlichen Ueberwachsung des Urmundes und der Medullarplatte bei den übrigen Wirbeltieren gefunden wurde, bei denen, wenn man will, die Sache sogar einfacher zu sein scheint?

Ich glaube, dass die Beantwortung dieser Frage unschwer zu liefern ist. Man braucht nur den Einstülpungsprozess selber beim *Amphioxus* näher zu verfolgen und noch die Erscheinungen, wodurch der gleichnamige Vorgang bei den übrigen Wirbeltieren begleitet wird, ins Auge zu fassen. Vorerst aber sei noch an Folgendes erinnert. Bei allen Wirbeltieren finden wir bekanntlich Eier, welche mit der Dottersubstanz in verschiedener Menge versehen sind. Bei den Teleostiern, Selachiern, manchen Amphibien (und vorzugsweise bei Gymnophionen), Reptilien und Vögeln ist die Dottersubstanz reichlich, bei den übrigen Amphibien, den Cyclostomen, Ganoiden — mäßig, zuletzt aber bei den Säugetieren und *Amphioxus* in sehr geringer Menge aufgespeichert. Von dieser Menge des Dottermaterials abhängig, läuft die Furchung des Eies bei den einen Gruppen total (und noch mitunter äqual oder inäqual), bei den anderen aber partiell ab. Dabei ist es noch als sicher anerkannt worden, dass die holoblastischen Eier des *Amphioxus*, mit solchen der Säugetiere verglichen, obwohl analog, dennoch mit denselben nicht zu verwechseln sind. Gestützt auf vergleichende entwicklungsgeschichtliche Studien, lässt sich nicht in Zweifel ziehen, dass der gleiche Charakter der Eier, seien sie meroblastischen oder holoblastischen Typus, innerhalb einzelner Wirbeltierklassen verschiedene Bedeutung zeigt, indem er bei den einen für primär, bei den anderen dagegen für sekundär erklärt werden muss. Was aber speziell die Eier des *Amphioxus* anbetrifft, so nimmt man an, dass sie als solche innerhalb des Wirbeltiertypus ganz primären Charakter offenbaren, indem die analogen Eier der Säugetiere ihnen wohl als tertiär holoblastische gegenübergestellt werden können. Ferner ist es erkannt worden, dass der nach Ablauf der Furchung entstandene Keim, wenigstens aber bei allen Wirbeltieren, stets zwei verschiedene Abschnitte an sich unterscheiden lässt, von denen der eine als der formative, der zweite dagegen als der vegetative zu bezeichnen ist. Man nimmt noch wahr, dass diese beiden Abschnitte, indem sie in der Regel keine scharfe Trennung gegeneinander zeigen, eine polare Differenzierung des Keimes selber hervorrufen, wobei der vegetative Abschnitt, von der Menge des Dottermaterials abhängig, verschiedene Volumverhältnisse zum formativen aufweist. Demgemäß kommt die zwischen den beiden Abschnitten befindliche Grenzzone in den einen Fällen gegen den Aequator der Blastulakugel, in den anderen dagegen (wie dies an den meroblasti-

schen Eiern z. B. der Fall ist) mehr an ihrer polaren Kreislinie zu liegen, wobei in diesem letzteren Falle der formative Abschnitt in der Regel an dem entsprechenden Pole des Eies nur einen kleinen scheibenförmigen Bezirk einnimmt. Im Keime des *Amphioxus*, der an dotterreicheren Furchungsprodukten äußerst arm ist, finden wir Verhältnisse, wo nicht der formative, sondern der vegetative Abschnitt auf einen sehr kleinen Blastulabezirk beschränkt ist, welcher aus dotterreicheren Furchungsprodukten besteht und dabei keine schärfere Begrenzung gegen die übrige Zellmasse besitzt.

Wenn wir nun weitere Entwicklungsphasen, die zum zweiblätterigen Stadium führen, verfolgen wollen, so lässt sich überhaupt bei den Wirbeltieren ein Vorgang von prinzipieller Bedeutung bemerken, welcher darauf beruht, dass der Blastulakeim, indem sein formativer Abschnitt das Bestreben zur Flächenausdehnung zu äußern beginnt, zugleich seine radiale Symmetrie einbüßt und bilateral wird. Dies erfolgt aber dadurch, dass an einem sehr kleinen Randbezirke des formativen Abschnittes, wo für gewöhnlich vorläufig eine lokale Verdickung auftritt, die Einstülpung zu Stande kommt, während zu gleicher Zeit auf der ganzen Strecke der übrig gebliebenen Randzone die epibolische Umwachsung des vegetativen Keimabschnittes abläuft. Man kann daher mit Recht an der gesamten Randzone zweierlei Dinge unterscheiden, von denen das eine als Einstülpungsrand, das zweite aber als Umwachsungsrand zu bezeichnen sind. Alsdann lässt sich bereits die Rückenseite sowie das vordere und hintere Ende des Embryos bestimmen, welches Unterscheidungsmerkmal besonders leicht in den Fällen zu finden ist, wo der formative Abschnitt des Keimes die Form einer Scheibe besitzt.

Da solche Verhältnisse, äußerst deutlich ausgeprägt, bei allen Anamnien auftreten und in einer nur kaum abweichenden Form auch bei den Amnioten zu erkennen sind, so drängt sich unwillkürlich die Frage auf, ob denn in der That der Einstülpungsprozess beim *Amphioxus* nach einem Typus erfolgen könnte, dass der Keim seine radiale Symmetrie gleichzeitig nicht einbüße? Die so aufgestellte Frage ist um so mehr hier berechtigt, als manche Forscher die Sache so vorstellen, als ob die Gastrulaform beim *Amphioxus* anfänglich, ihrem Plan nach, radiale Symmetrie aufweise und erst nachträglich dieselbe verliere. Wie verhält es sich also in dieser Hinsicht eigentlich mit dem *Amphioxus*?

Auf den ersten Blick würde es erscheinen, dass hier von einem, schon gleichzeitig mit beginnender Einstülpung eintretenden Verwischen der radialen Symmetrie der Blastula, sowie von dem Umwachsungsrande im Gegensatz zu dem Einstülpungsrande, keine Rede sein kann. Thatsächlich sehen wir indessen Verhältnisse, die mit denjenigen von Amphibien und Selachiern vergleichbar sind. Der Keim des *Amphioxus*

wird gerade, wie dies Lwoff[1]) neuerdings nachgewiesen hat, bereits bei beginnender Einstülpung bilateral-symmetrisch. Dies erfolgt aber dadurch, dass der Einstülpungsprozess, an welchem hier nur der formative Keimabschnitt sich aktiv beteiligt, ebensogut wie bei Amphibien und Selachiern, nur auf eine gewisse Strecke der Randzone dieses Abschnittes sich beschränkt, — ein Umstand, wodurch der Keim durchaus bilateral-symmetrisch werden muss, indem der Rand der bei beginnender Einstülpung auftretenden Duplikatur alsbald der dorsalen und zugleich hinteren Seite entspricht. Während nun diese „dorsale Einstülpung" Lwoff's weiter fortschreitet, womit zugleich der übrige ektodermliefernde Teil des Keimes sehr rasch an Flächenvergrößerung zunimmt, wird die bereits an der Stelle der erwähnten „dorsalen Einstülpung" aufgetretene Einkerbung immer mehr und mehr bedeutender; und dies hat zur Folge, dass der vegetative Bezirk des Keimes, wegen seiner winzigen Dimension, alsbald ins Innere desselben gerät und dann bekanntlich zum Aufbau des Entoderms aufgebraucht wird. Wenn wir aber von dem Stadium aus, wo der Keim bereits mützenförmige Gestalt angenommen hat, darauffolgende Vorgänge verfolgen, so fällt uns sehr deutlich auf, was übrigens aus den Abbildungen Hatschek's hervorgeht, dass am Rande des zu dieser Zeit verhältnismäßig weiten Urmundes nicht überall gleiche Verhältnisse zu erkennen sind. An dem einen Abschnitte desselben und zwar demjenigen, welcher später zur oberen Urmundlippe wird, indem daselbst unaufhörlich eine lebhafte Zellvermehrung sich abspielt, schreitet der Prozess fort, den wir schon oben als „dorsale Einstülpung" bezeichnet haben, während an dem übrigen Rande das successive Vorwachsen des Ektoderms zu bemerken ist, wodurch der Embryokörper in die Länge an Ausdehnung zunimmt und gleichzeitig damit die Urmundöffnung immer mehr enger wird.

Zu dieser Zeit aber gibt sich bereits die Rückenseite des Embryos sehr deutlich kund, wobei dennoch keine deutlicher ausgeprägte Medullarplatte erkennbar ist. Bevor die letztere vom übrigen Ektoderm sich abzusondern beginnt, bemerkt man unterdessen, wie am Urmundrande (mit Ausnahme des Rückenabschnittes desselben, welcher selbst zur Anlage der Medullarplatte gehört) das kontinuierlich und beständig wachsende Ektoderm endlich das bereits oben besprochene rätselhafte Häutchen erzeugt, welches nun, wie dies in Fig. 1 wiedergegeben ist, von hinten und den Seiten her nach vorne zu wachsend, anfangs den Urmund, dann aber auch die in Bildung begriffene Medullarplatte von außen her überwächst.

Erwägt man nun die soeben angeführten Thatsachen, welche uns ja auf das verschiedene Verhalten der Teile der Randzone des forma-

1) B. Lwoff, Ueber einige wichtige Punkte in der Entwicklung des *Amphioxus*. Biolog. Centralblatt, Bd. XII, Nr. 23 u. 24, 1892.

tiven Keimabschnittes auch beim *Amphioxus* hinweisen, wobei an dem einen Teil die sogenannte dorsale Einstülpung abläuft, während an der übrigen Zone die successive Ausbreitung des Ektoderms zu konstatieren ist, so überzeugen wir uns ganz bestimmt, dass es hier eigentlich sich um dieselben Verhältnisse handelt, welche wir an Keimen der übrigen Wirbeltiere sehen. Kurz gesagt, — der dorsale Einstülpungsrand beim *Amphioxus* lässt sich überhaupt für das Homologon des gleichnamigen Dinges bei Selachiern und Amphibien halten, während die übrige fortwachsende Randzone des formativen Keimabschnitts dem Umwachsungsrande der Keime der Fische und Amphibien entsprechen soll, an welchem wir den epibolischen Prozess ablaufen sehen, indem das daraus resultierende Blastodermhäutchen sich auf der Oberfläche des vegetativen Keimabschnittes ausbreitet und dieselbe früher oder später bedeckt. Ich meine somit, dass die Ueberwachsung des Urmundes und der Medullarplatte beim *Amphioxus* dergestalt erklärt werden muss, dass sie mit einer solchen Epibolie genetisch zu verbinden und wohl von derselben abzuleiten ist. Man stelle sich nur vor, dass das *Amphioxus*-Ei unter etwaigen Umständen sekundär an Dottersubstanz arm geworden ist, d. h. im Sinne, dass die Eier bei den Vorfahren eine ansehnlichere Menge derselben, ungefähr nach Art der Cyclostomen, besaßen und ihre früheren Entwicklungsphasen in der Weise durchmachten, dass der formative Abschnitt des Keimes an gewisser Stelle seiner Randzone eingestülpt wurde, an der übrigen Strecke dagegen epibolisch fortwuchs, wie dies überhaupt so ausdrücklich bei den Anamnien zu erkennen ist. Wenn nun in der Phylogenie eine Reduktion der Dottersubstanz erfolgte, so dass nur eine sehr geringe Menge derselben erhalten blieb, wie eine analoge Erscheinung z. B. bei den Säugetieren sicher zu vermuten ist, so musste dadurch das Entwicklungsschema der Vorfahren dennoch keine Zerstörung an sich erleiden. Wir erkennen es hier nur in einer veränderten Form, indem das oben besprochene ektodermale Häutchen der *Amphioxus*-Embryonen im wesentlichen nichts anderes als der blastodermale Zuwachs des formativen Keimabschnittes ist, welcher sowohl der Entwicklungsperiode, als auch nach der Weise selber seiner Ausbildung, demjenigen der Fisch- und Amphibienkeime entspricht, nur mit dem Unterschiede, dass er beim *Amphioxus* wegen des Mangels an dem sogenannten Dotterballast die Rückenseite des Embryos zu umwachsen genötigt ist.

Warschau, den 3. April 1894.

Einige Betrachtungen über die Bildung der Keimblätter, der Dotterzellen und der Embryonalhüllen bei Arthropoden.

Von **Julius Wagner.**

(Aus dem zootomischen Laboratorium der kaiserl. Universität zu St. Petersburg.)

Beobachtungen über die Entwicklung der Milben und *Mysis* haben mich zu einigen allgemeinen Betrachtungen über die ersten Entwicklungsstadien der Arthropoden geführt; diese Betrachtungen will ich in dem vorliegenden Artikel mitteilen [15]. Die erste Frage, die meine Aufmerksamkeit auf sich zog, war die Frage über die Bedeutung der Entwicklungsweise der Keimblätter bei verschiedenen Arthropodengruppen und über die Bedeutung der Embryonalhüllen bei höheren Tracheaten für phylogenetische Betrachtungen, dann die Frage über die Bedeutung der Dotterzellen bei Arthropoden im Zusammenhange mit ihrem Vorkommen bei vielen Metazoen aus verschiedenen Tierklassen.

Gegenwärtig muss als sicher festgestellt angenommen werden, dass Unterschiede in der Furchungsart im hohen Grade auf Eigenschaften und relative Menge des Nahrungsdotters zurückgeführt werden können, und dass große Unterschiede bei einander nahe stehenden Formen beobachtet werden können. Schlussfolgerungen über die Verwandtschaft der Formen können nicht auf dem Segmentationstypus gegründet werden. Andrerseits, die Eigenschaften und die Menge des Nahrungsmaterials, die auf die Art der Segmentierung einwirken, bleiben nicht ohne Einfluss auf einige Stadien der weiteren Entwicklung und zuerst auf den Charakter des Prozesses der Bildung der Keimblätter. Gewiss, hängt der Charakter ihrer Bildung nicht ausschließlich von der bezeichneten Ursache ab, ihre Bedeutung aber ist zweifellos und tritt, zum Beispiel bei Krebsen, mit ganz genügender Klarheit hervor, worauf Korschelt und Heider [10] aufmerksam gemacht haben. Deshalb scheint mir für die richtige Schätzung der Unterschiede in der Keimblätterbildung sich klar zu machen nötig zu sein, erstens, in welcher Richtung nämlich die Menge und die Qualität des Nahrungsmaterials den palingenetischen Prozess in diesem Falle stört, und zweitens, welcher Entwicklungstypus für jede Arthropodengruppe für primär gehalten werden kann. Dabei muss bemerkt werden, dass die primäre Art der Entwicklung der Keimblätter nur zeigen kann, dass das Ei nach dem Mangel an Dotter oder nach seinen Eigenschaften an das Vorfahrenei erinnert. Es scheint mir nämlich möglich zu sein, dass auf denjenigen Stadien, wo die Embryonalentwicklung nur aus Differenzierung zweier oder dreier Hauptarten von Zellen (der primären Keimblätter) besteht, im Falle einer sekundären Veränderung der Eigenschaften des Eies und einer sekundären Aehnlichkeit dieser Eigen-

schaften mit denjenigen des Vorfahreneies, die Entwicklung in derselben Richtung sich verändern muss.

Was die Richtung des Einflusses des Dotters auf den Charakter der Keimblätterbildung betrifft, so erscheint dieser Einfluss ziemlich bestimmt bei den Crustaceen; infolge der Beobachtungen an denselben kann man annehmen, dass je größer die ganze Menge des Nahrungsdotters ist, desto weniger die Invagination an der Keimblätterbildung teilnimmt, dass die Zellen des inneren Blattes vom Blastoderm durch Immigration entstehen und endlich, dass, wenn auf den ersten Stadien kein morphologischer Unterschied zwischen den Entoderm- und Mesodermzellen besteht, so sondern sich solche Zellen vom Blastoderm ab, in welchen Entoderm vom Mesoderm nicht unterschieden werden kann, d. h. Mesoentodermzellen. Sie können nur dann nicht von einander unterschieden werden, wenn das Differenzierungsgebiet der einen unmittelbar mit dem Differenzierungsgebiete der andern zusammenstößt. Jedenfalls kann die Art der Keimblätterbildung durch Migration bei Arthropoden im Allgemeinen und bei Crustaceen im besondern nicht für primär angenommen werden, so wie sie als solche überhaupt bei Metazoen nach den Ansichten Metschnikoff's [12] gehalten werden kann.

Bei den Anneliden-artigen Vorfahren der Arthropoden, deren Eier unzweifelhaft ziemlich arm an Dotter waren, hat sich schon die Bildung der Keimblätter durch Invagination in der Reihe von Generationen eingerichtet, wie es der Umstand zeigt, dass bei den einfachsten Formen von Anneliden und Crustaceen die Invagination sich bis jetzt noch in sehr reiner Form erhalten hat. Außerdem war bei den Vorfahren der Arthropoden der Unterschied zwischen Entoderm und Mesodermzellen schon klar durch den Umstand ausgedrückt, dass als erste die Zellen des invaginierten Blastulateiles, die alle zusammen eine in den Rändern unmittelbar in das Ektoderm übergehende Schicht bildeten, erschienen, indem die zweiten, die entweder gleichzeitig oder sogleich nach der Invagination des Entoderms entstanden, unabhängig von ihrer ersten Erscheinung (d. h. entweder in Form von primären Mesenchymzellen oder Cölomsäcke), an bestimmter Stelle (resp. Stellen) des Blastoporusrandes erschienen und sich von Anfang an dadurch, dass sie aus der gemeinsamen Zellenschicht hervortreten, von Entodermzellen unterschieden. Wenn man z. B. sich vorstellt, dass die Invagination des Entodermblattes beim Flusskrebse nicht stattfindet, die Entodermzellen aber auf den ersten Stadien sich von den mesodermalen nicht unterschieden hätten, so würde der Vorgang der Keimblätterbildung, sozusagen, äußerlich sich wesentlich verändert haben: Die Entoderm- und Mesodermzellen hätten sich aus einer gemeinsamen meso-entodermalen Anhäufung, die durch Immigration der Zellen eines bestimmten Punktes der Eioberfläche entstanden war, entwickelt.

Auf solche Weise kann nicht für Crustaceen die Bildung der Keimblätter durch Immigration aus dem Blastoderm der entodermalen und mesodermalen, noch weniger aber mesoentodermalen Zellen, für primär gehalten werden. Die Sache verhält sich anders bei den andern Arthropodenklassen.

Was die höheren Tracheaten, nämlich Insekten, anbetrifft, so stellt die Entscheidung der Frage für sie ebenso keine Schwierigkeiten vor. Auf Grund der gegenwärtigen Ansichten über die Entstehung der Insekten von terricolen Myriapoden-artigen Arthropoden kann man annehmen, dass bei ihren Vorfahren das junge Tier schon ziemlich entwickelt und nämlich nicht weniger entwickelt als in der Gegenwart, das Ei verließ. Dies wird durch Vergleich der Larven der *Insecta ametabola* und *Insecta metabola*, von welchen die ersten (wenn man sie nur Larven nennen kann) auf den ersten Stadien eine höhere Organisationsstufe als die zweiten vorstellen, bewiesen. Da nun aber die Insekten mit vollkommener Verwandlung, sehr wahrscheinlich, als höchste Glieder der ganzen Gruppe erscheinen, so können wir die Schlussfolgerung machen, dass, was für Ursachen dieser Erscheinung auch nicht wären, — die Insekten die Tendenz zu einer Vereinfachung des Larventypus (resp. zu einer Komplikation der Metamorphose) besitzen. Diese Tendenz zeigt sich, wie in der Richtung der Vereinfachung des Baues und der unvollständigen Entwicklung einiger Organe, die beim *Imago* entwickelt sind, so auch im Vorhandensein einiger Merkmale, die die Larven den Myriapoden-artigen Vorfahren der ganzen Gruppe ähnlich machen, obgleich diese Merkmale vielleicht nur wegen ihrer Einfachheit mit den Vorfahren gemeinsam sind (so z. B. Gleichartigkeit der Segmentierung des Körpers und Nichtvorkommen der sichtbaren Einteilung in abdominale und thorakale Segmente, Vereinfachung des Typus der Brustfüße, Ersatz der zusammengesetzten Augen durch die einfachen, Verkleinerung der Zahl der Malpighi'schen Gefäße und, überhaupt, Vereinfachung in dem ganzen Darmkanal u. s. w.). Wenn die Anfangsphasen der Embryonalentwicklung der gegenwärtigen Insekten nicht ganz auf ebendieselbe Weise wie bei ihren Vorfahren vorgehen, so konnten sie sich jedenfalls nicht sehr verändert haben, die Inkubationsbedingungen blieben eben dieselben. Von diesem Gesichtspunkte aus ist die große Gleichartigkeit in den ersten Entwicklungsphasen der Insekteneier [Segmentation, Bildung des Keimstreifens und der Embryonalhüllen[1])] verständlich. Man kann deshalb annehmen, dass der primäre Typus der Anfangsphasen der Entwicklung der Insekten dem Typus, welcher gegenwärtig beobachtet wird, ähnlich war: nach der centrolecithalen Furchung, an welcher der Dotter nicht teil-

1) Die Beobachtungen von Uljanin [14] über die Entwicklung der Poduren müssen, wie es Korschelt und Heider bemerken, von neuen Forschern bestätigt werden.

nahm, und nach der Bildung des Blastoderms durch gleichmäßiges Austreten der Furchungszellen auf die Oberfläche des Eies folgte eine rinnenartige schwach ausgedrückte Invagination eines kleinen Teiles der oberflächlichen Zellen und Differenzierung in einem oder zwei Punkten der Umgebung des invaginierten Entoderms einer kleinen Anzahl der ersten Zellen des mittleren Blattes.

Wir werden uns bei den Myriapoden, deren phylogenetische Einheit zweifelhaft ist und die jedenfalls wenig untersucht worden sind, nicht aufhalten und werden nun die Gruppe der Arachnoideen besprechen.

Die Entscheidung der vorgelegten Frage stellt inbezug auf sie eine gewisse Schwierigkeit dar, da wir infolge verschiedener Ansichten über ihr Verhalten zu andern Arthropoden als Ausgangspunkt unserer Betrachtung eine bestimmte Meinung über ihre Entstehung von der einen oder andern Formen nicht annehmen können. Im Gegenteil: die Hypothese von dem primären Typus der Blastodermbildung und der Differenzierung der Keimblätter muss in diesem Falle selbst zur Entscheidung der Frage von der näheren Verwandtschaft der Arachnoideen beitragen, d. h., anders gesagt, das, was bei der Betrachtung vorhergehender Gruppen (Crustaceen und höherer Tracheaten) als Folge der angenommenen Ansicht angesehen werden konnte, muss jetzt unabhängig von dieser oder jener Ansicht gefunden werden. Man kann glauben, dass Skorpionen als älteste Vertreter der Arachnoideen erscheinen, aber die Thatsachen der Anfangsphasen ihrer Embryonalentwicklung können infolge eines sekundären Inkubationscharakters nur eine negative Bedeutung haben. Ich meine, wir werden uns nicht irren, wenn wir deshalb annehmen, dass die partielle superfizielle diskoidale Furchung, die Keimblätterbildung in Form der Differenzierung durch Immigration der Zellen der gemeinsamen mehrschichtigen mesoentodermalen Anlage und die Bildung der Embryonalhüllen — den gemeinsamen Vorfahren der Arachnoideen nicht eigen waren. Eine am meisten primäre Entwicklungsart bei den Arachnoideen würde, sozusagen, die mittlere Art zwischen dem, was bei den *Araneina*, und dem, was bei den *Acarina* beobachtet wird, vorstellen: nach der totalen regelmäßigen Furchung und dem Blastulastadium differenzierten sich die Furchungszellen vom Nahrungsdotter, indem sie auf seiner Oberfläche das Blastoderm bildeten; die Entodermbildung geschah durch eine schwach ausgedrückte Invagination der in dieser Richtung differenzierten Blastodermzellen; das Mesoderm entwickelte sich aus zwei Zellengruppen, die unterhalb des Blastoderms auf den Rändern des Blastoporus migrierten. Der letzte hatte im Gegensatz zur Primitivrinne der Insekten die runde Form.

Auf solche Weise muss man, wenn meine Folgerungen über den primären Typus der ersten Entwicklungsstadien der drei genannten Arthropodengruppen richtig sind, annehmen, dass die Arachnoideen

in dieser Hinsicht mehr an Crustaceen, als Insekten erinnern. Einen bedeutenden Unterschied der Arachnoideen von den letztgenannten bildet das scharf ausgedrückte Blastulastadium und die Form des Blastoporus. Die in die Länge ausgezogene Form des Blastoporus wurde von Myriapoden-artigen Vorfahren vererbt. Es ist zu bedauern, dass der Mangel an Beobachtungen über die Entwicklung der Myriapoden die Frage von der Anfangsart der Furchung und der Keimblätterbildung in dieser Arthropodengruppe nicht entscheiden lässt.

Wenn der Zweifel, welcher von Korschelt und Heider über die Beobachtungen von Zograff [18] und Heathcote [5] ausgesprochen wurde, durch neue Forscher gerechtfertigt werden wird, so muss für Myriapoden als charakteristischer und in derselben Zeit primärer Typus der Segmentation und der Keimblätterbildung ebenderselbe Typus wie für Insekten, angenommen werden, nur mit dem Unterschiede, dass die Segmentation bei Myriapoden durch den Zerfall des Nahrungsdotters in Pyramiden begleitet wurde, die Segmentationshöhle aber nicht ausgedrückt war. Auf ebendieselbe Weise musste die erste Entwicklung bei den gemeinsamen Vorfahren der Myriapoden vor sich gehen: die totale Eifurchung, das Blastulastadium mit schwach ausgedrücktem oder ganz unentwickeltem Blastocöl, die rinnenartige Invagination des Entoderms, das Verschließen des Blastoporus in seinem mittleren Teile. Der Unterschied von den Crustaceen besteht in der Form des Blastoporus und muss, scheint mir, auf die Form des Blastoporus bei den Anneliden-artigen Vorfahren der Myriapoden zurückgeführt werden. Myriapoden und Insekten stammen von den Formen mit ausgezogenem Blastoporus, Crustaceen und Arachnoideen von Formen mit rundem.

Durch die Entwicklung der Keimblätter unterscheiden sich die Milben in Einzelheiten von allen drei untersuchten Arachnoideenklassen (Skorpionen, Phalangiden und Araneinen); im Ganzen erinnert der Vorgang mehr an die Araneinen, unterscheidet sich aber dadurch, dass bei den Milben die gemeinsame meso-entodermale Anlage sich nicht bildet, oder, anders gesagt, die mesodermalen Elemente unterscheiden sich von den entodermalen schon bei ihrem ersten Auftreten — wie an Habitus, so auch in ihrer Lage.

Auf Grund der oben angeführten Betrachtungen halte ich diesen letzten Typus als primär für die Arachnoideen, obgleich der Unterschied zwischen den beiden, wie gezeigt war, keine große Bedeutung hat. Nach dem Verhältnis der Dotterzellen zu den Zellen des eigentlichen Entoderms weichen die Milben, im Gegenteil, weiter, als die Araneinen, ab, wenn das nur richtig ist, dass in dem Dotter der Araneinen nach dem Austreten des Blastoderms keine Zellen, die in Dotterzellen sich verwandeln werden, bleiben, wie es aus den Beobachtungen von Morin [13] und Kischinonye [9] folgt.

Die Dotterzellen sind veränderte Entodermzellen; die Veränderung erfolgt durch die große Masse des Nahrungsmaterials. Für Beurteilung ihrer phylogenetischen Entwicklung ist es wichtig, die Frage von ihrem primären Vorkommen bei den Arachnoideen zu entscheiden. Was die Crustaceen anbetrifft, so kann man fast überzeugt darin sein, dass ihre Dotterzellen, als ein besonderer Typus der Vitellophagen innerhalb der Crustaceenklasse entstanden und den gemeinsamen Vorfahren nicht eigen waren; dasselbe muss von Myriapoden und Insekten gesagt werden. Es fragt sich jetzt, ob die Dotterzellen der Arachnoideen ebenso eine selbständige Entstehung vorstellen? Dass ihre Dotterzellen einen gemeinsamen Ursprung mit den Dotterzellen anderer Tracheaten haben, ist sehr schwer anzunehmen, weil in diesem Falle die Verwandlung der Dotterzellen in das Epithel des Mitteldarmes, das bei Araneinen beschrieben worden ist[1]), sehr schwer zu erklären ist, da schon bei den Myriapoden-artigen Vorfahren, die reichlichen Dotter besaßen, eine so bedeutende physiologische und morphologische Differenzierung der Dotterzellen sich ausbilden müsste, dass der Uebergang in die noch wenig differenzierten echten Entodermzellen oder eine sekundäre Aneignung embryonaler Eigenschaften für sie schon unmöglich waren. Ebenso ist bei der Annäherung der Arachnoideen an die Crustaceen die Entstehung ihrer Dotterzellen aus den Vitellophagen der Krebse schwer zu erklären, da bei den Vorfahren der Arachnoideen alle Entodermzellen, welche sich zeitweise in den Dotter versenkten, nachher zum Epithelium des Mitteldarms wurden, wie es sich bis jetzt z. B. bei *Theridion* und *Pholcus* (Morin l. c., vergl. die Entwicklung von *Palaemon* nach Bobretzky [1]). Folglich musste auch im gegebenen Falle die primäre Differenzierung und weitere Entwicklung der Dotterzellen bei den Arachnoideen ganz selbständig vor sich gehen. Bei der ferneren Entwicklung begann einerseits eine immer frühere Absonderung der Entodermzellen, welche im Stande waren den Dotter zu verzehren, anderseits bildeten sich allmählich spezifische Vitellophagen oder echte Dotterzellen, welche schon unfähig waren ein Mitteldarmepithelium zu bilden. Vielleicht stehen beide Erscheinungen nicht im kausalen Zusammenhange und die frühe Absonderung der dotterverschlingenden Entodermzellen ruft nicht ihre enge Spezialisierung hervor, ebensowenig wie die Aussonderung von speziellen Vitellophagen nicht die Ursache ihres frühen Auftretens ist. Theoretisch ist eine solche Abhängigkeit sehr wahrscheinlich; es könnte scheinen, dass die Zellen, welche sich so früh cönogenetisch absondern — vielleicht selbst vor der Keimblätterbildung, die sich absondern mit dem besonderen Zwecke der Absorbierung (Verdünnung?) des Dotters —, dass diese Zellen sich spezialisieren müssen und nicht mehr im Stande

1) Ich bin ganz mit Korschelt und Heider einverstanden, dass alle solche Fälle bei Insekten sehr zweifelhaft sind.

sind sich in ein Mitteldarmepithel zu verwandeln. Einer solchen Annahme aber widerspricht vorläufig die Entwicklungsgeschichte des *Limulus* (Kingsley [8]).

Ein Beispiel einer weiter fortgeschrittenen Differenzierung der Dotterzellen der Arachnoideen bietet der Skorpion, bei welchem sich die Dotterzellen zwar nach der Keimblätterbildung (Mesoentoderm) absondern (Kowalewski und Schulgin [11] S. 44), aber schon gar keinen Anteil an der Bildung des Embryos nehmen. Die Milben gehen noch einen Schritt weiter: die Vitellophagen differenzieren sich vor der Keimblätterbildung — unmittelbar aus dem Blastoderm. Den äußersten Typus bilden endlich die Phalangiden (Faussek [3]), bei welchen schon die Produkte der Segmentation des Eies direkt in ein Blastoderm und Dotterzellen zerfallen[1]).

Dies scheint mir der Weg zu sein, auf welchem die Entwicklung der Dotterzellen bei den Arachnoideen, bei vollständig selbständiger Entstehung dieser Zellenart in der genannten Tierklasse, vor sich ging; es war ein anderer als bei den Krebsen (vergl. Korschelt und Heider l. c. S. 344 ff.).

Wie ich schon erwähnte, haben die ersten Entwicklungsphasen des Skorpions, wie ich glaube, ihren anfänglichen Charakter verändert. Als Zeichen eines cönogenetischen Charakters muss man beim Skorpione die oberflächliche diskoidale Furchung, die allgemeine mesoentoderme Anlage, die Bildung von Embryonalhüllen und wahrscheinlich einige andere Eigentümlichkeiten ansehen. Die Bedeutung der zweiten Eigenheit wurde oben besprochen; was aber die Entstehung der diskoidalen Furchung betrifft, so bieten sich hier zwei Anschauungen: einerseits schiene es bequem die diskoidale Segmentation des Skorpions aus dem Typus der Segmentation von *Limulus* herzuleiten, allein mit einer solchen Anschauung ist der primäre Charakter der Segmentation bei den Araneinen nicht zu verbinden, so dass nur die zweite Ansicht übrig bleibt; wenn man, wie es oben geschah, für die Araneiden ungefähr den Typus der Segmentation als primär ansehen würde, welchen man bei den Araneinen beobachtet (Morin [13]) und welchen der allgemeine Stammvater aller Spinnentiere besaß, so muss man die selbständige Entstehung einer diskoidalen Segmentation beim Skorpion annehmen. Diese Ansicht wird dadurch bekräftigt, dass man schon unter den verschiedenen Araneinen die nötigen Uebergangsstadien antrifft: nach den Beobachtungen desselben Autors — Morin — geschieht die Zusammenziehung der Blastodermzellen bei *Pholcus* in ver-

1) Obgleich Faussek die Frage über die Degeneration selbst eines Teiles der Dotterzellen nicht endgiltig löst, so scheint mir doch aus theoretischen Gründen eine solche Degeneration nicht nur unzweifelhaft, sondern überhaupt die Teilnahme der fragmentierten Vitellophagen von Phalangiden bei der Ausbildung des Embryokörpers höchst unwahrscheinlich.

hältnismäßig geringem Maße, bei *Theridion* verliert ein Teil der Eioberfläche ihre Zellendecke. Dieser Unterschied lässt sich nur dadurch erklären, dass bei *Theridion* die Zusammenziehung des Blastoderms in das Gebiet der Embryonalverdickung früher vor sich geht, als seine Zellen Zeit hatten sich in genügender Zahl zu vermehren. So haben wir also bei *Theridion* das Bestreben zur Beschleunigung der Zusammenziehung der Zellen; ein solches Bestreben kann dazu führen, dass die Zusammenziehung der Zellen in einen Punkt der Eioberfläche noch während des Austritts der Blastodermzellen vor sich geht, d. h. wir bekommen den Typus eines einseitigen Austritts der Segmentationszellen — *Limulus*. Die oben angeführte Betrachtung basiert darauf, dass die primären Entwicklungsphasen der Araneinen einen ursprünglicheren Charakter tragen und dass wir gar keine Ursachen haben, die angeführten Entwicklungsstadien als cönogenetisch anzusehen; da ja die Abstammung der Araneiden von einem allgemeinen Stammvater allgemein anerkannt ist, so muss man zugestehen, dass auch der Skorpion einstens eine Segmentation nach dem Typus der Araneinen durchmachte.

Was die Bildung von Embryonalhüllen beim Skorpione betrifft, so lenkt ihre Auffindung beim Skorpione, dem ältesten Repräsentanten der Araneiden, auf den Gedanken der Annäherung der Arachnoiden an jene Arthropoden, welche gleichfalls diese Eigentümlichkeit aufweisen. Darum halte ich es nicht für unnütz, meiner Idee über die Bedeutung dieser Eigentümlichkeit Ausdruck zu geben. Die Embryonalhüllen waren dem allgemeinen Stammvater der Insekten unstreitig eigen, aber nicht dem der Arachnoideen. Dem Vorhandensein und den Eigentümlichkeiten der Embryonalhüllen kann ich unmöglich eine endgiltige Rolle in der Frage über die phylogenetischen Beziehungen größerer Arthropodengruppen einräumen, da ich die Möglichkeit einer selbständigen Entstehung derselben in den einzelnen Gruppen klar sehe. Unstreitig bilden die Embryonalhüllen der höheren Wirbeltiere und der Insekten analoge und nicht homologe Bildungen. Dasselbe, glaube ich, kann man auch von den Embryonalhüllen des Skorpions sagen. In meiner russischen Arbeit ([15] S. 43) hatte ich Gelegenheit meine Ansicht über ihre physiologische Bedeutung während der embryonalen Entwicklung auszusprechen; jetzt erlaube ich mir eine Erklärung ihrer selbständigen Entstehung bei verschiedenen Gruppen der Metazoen vorzulegen, eine Erklärung, welche im engsten Zusammenhange mit der Ansicht über ihre phylogenetische Entwicklung steht. Wie schon erwähnt [15], zwingt die unproportionell große Masse von Nährmaterial bei verhältnismäßig geringem Bestandteile von plastischem Stoffe den Embryo in den ersten Entwicklungsstadien sich auf der Eioberfläche abzusondern, und deswegen entsteht eine morphologische Differenzierung der peripherischen Elemente in Deck- und

Keimelemente. Die Differenzierung befestigt sich in der Reihe der Nachkommen in solchem Maße, dass die Deckelemente spezifischen Charakter und Eigentümlichkeiten annehmen und ihre Bildung oder vielmehr die Absonderung von Keimelementen cönogenetisch in die ersten Phasen der ontogenetischen Entwicklung übertragen wird und noch vor der Bildung der Keimblätter vor sich geht. So differenziert sich das Blastoderm vor allem in zwei Arten von Zellen: in Deckzellen (Vitellocyten) und Keimzellen (Embryocyten). Die letzten bilden einen kleinen Discus oder Streifen auf der Eioberfläche und geben allen drei Keimblättern den Anfang. Die ersten nehmen gar keinen Anteil an der Bildung des Embryos und werden bei endgiltiger Umwachsung des Dotters von den Körperwänden des Embryos mechanisch auf die Rückenseite gedrängt, wo sie wahrscheinlich einfach vernichtet werden und nicht in den Bestandteil der Rückenwand eintreten. So ging die Sache wahrscheinlich bei den Urformen der Insekten vor sich. Bei den Phalangiden und Spinnen ist auch heute noch die Absonderung der Deckelemente von den Keimelementen noch nicht so weit vorgeschritten, aber bei den letzten ist sie schon ziemlich deutlich ausgeprägt. Bei den Milben tritt sie noch klarer hervor, aber jedenfalls ist der Prozess der Umwachsung des Dotters durch Embryocyten und die Schließung des Rückens des Embryos von mir noch nicht genügend untersucht worden, um endgiltig zu entscheiden, ob die Vitellocyten bei den Milben irgend eine Rolle in der Bildung der Körperwände nehmen. Unstreitig sind alle übrigen Derivate des Ektoderms Derivate des Keimstreifens oder Discus. Da die Anhäufung von Nährmaterial bei verschiedenen Tiergruppen selbständig vor sich gehen kann und da der Prozess der Differenzierung der Vitellocyten und Embryocyten nach meiner Meinung eine Folge eines großen Vorrates an Nährmaterial ist, so kann eine solche Differenzierung selbständig bei verschiedenen Gruppen auftreten. Mir scheint, dass die Bildung von Embryonalhüllen in gewissen Bedingungen eine notwendige Folge einer solchen genügend vorgeschrittenen Differenzierung des Blastoderms ist.

Kennel hat ganz richtig, wie Will [17] bemerkt, auf die Notwendigkeit hingewiesen, die Bildung von Embryonalhüllen durch Einstülpung des Keimstreifens als primären Typus aufzufassen, andrerseits scheint mir aber die Theorie von Graber und Will [4, 17], welche auch von Korschelt und Heider für die Erklärung der Entstehung der Embryonalhüllen angenommen worden ist, ungenügend. Sie ist für die Insekten vollständig verwendbar, wo wir von den Myriopoden, als den Insekten nahe stehenden Formen ausgehen können, erklärt uns aber weder die Entstehung der Embryonalhüllen bei den höheren Wirbeltieren und beim Skorpione, noch analoge Fakta in der Ontogenie anderer Tiere. Wie bekannt, beobachten wir in der Entwicklungsgeschichte einiger Metazoa Erscheinungen, welche

in gewisser Hinsicht an die Bildung von Embryonalhüllen erinnern; in manchen Fällen ist diese Aehnlichkeit so groß, dass schon öfters von verschiedenen Autoren auf dieselbe hingewiesen worden ist, allein eine allgemeine Erklärung für alle diese Erscheinungen existiert nicht [16]. Von dem Gedanken ausgehend, dass die Hauptursache der Entstehung ähnlicher Erscheinungen nur eine gleiche sein kann, müssen wir in einem speziellen Falle, wie demjenigen der Bildung von Embryonalhüllen bei den Insekten, vor allem mit dieser Ursache rechnen. Den Embryonalhüllen der Arthropoden und der höheren Wirbeltiere ähnliche Bildungen haben wir z. B. in der Entwicklung des Pilidium (und der Desor'schen Larve), des Pluteus der Spatangiden, der Cestoden u. s. w. Ueberall finden wir dieselben Grundstriche: der Körper des künftigen Embryos entwickelt sich aus einer besonderen Verdickung der Oberfläche der Larve, aus einer besonderen imaginalen Platte, welche ins Innere der Larve invaginiert. Der Unterschied besteht darin, dass in einigen Fällen der ganze Körper des zukünftigen Tieres sich aus einer solchen imaginalen Platte bildet, in anderen nur das Ektoderm und seine Derivate; dieser Unterschied lässt sich darauf zurückführen, dass in den letzten Fällen die Absonderung des inneren Blattes noch vor der Bildung der Imaginalplatte vor sich geht, in den übrigen nach der Bildung derselben. In allen Fällen aber bleibt die Grundursache der Bildung der Imaginalplatte ein und dieselbe: die Deckzellen des Larvenstadiums haben sich infolge dieser oder jener Bedingungen so spezialisiert, dass sie sich nicht in Zellen mit embryonalerem Charakter umbilden können, welche den Grund für dieses oder jenes Organ legen könnten. In jenen Fällen, in welchen die Imaginalplatten sich auf dem Körper der frei lebenden Larve bilden, konnte der Prozess in folgender Weise vor sich gehen: in der Zeit der Ausbildung sekundärer Eigentümlichkeiten der Larve veränderten sich natürlich vor allem die Eigenschaften ihres Ektoderms oder genauer genommen ihres Mantels, da auf denselben hauptsächlich die äußeren Faktoren einwirkten, welche in einer Reihe von Nachkommen die sekundären Eigentümlichkeiten verursachten. Aber gleich wie sich allmählich die Eigenschaften der Zellendecke der Larven veränderten und spezialisierten, so ging auch die Absonderung solcher Zellen vor sich, deren Existenz die weitere Entwicklung der äußern Schicht und der Decke des erwachsenen Tieres möglich machen könnte. In den Fällen, in welchen in der Decke der Larve keine solche schwach differenzierte Zellen zurückbleiben, deren Teilungsprodukte auf diese oder jene Weise einen Grund für die Bildung der Decke und einiger ektodermaler Organe des erwachsenen Tieres legen könnten, wird die Larvendecke abgeworfen. In jenen Fällen aber, wo kein Hindernis der Ausscheidung solcher schwächer entwickelter Elemente vorliegt, bilden diese letzten eine

Imaginalplatte. Und so ist die Bildung der Imaginalplatte eine cönogenetische Erscheinung, hervorgerufen durch den sekundären spezifischen Charakter der Deckzellen auf der übrigen Oberfläche der Larve oder des Eies: darin besteht eben die Aehnlichkeit in der Bildung der Embryonalstreifen der Arthropoden und der Wirbeltiere und der Bildung der Imaginalplatten bei vielen anderen Metazoen. Da die Differenzierung der Deckelemente unter verschiedenen Einflüssen steht, so bemerkt man auch im speziellen Falle der Bildung der Imaginalplatten bei verschiedenen Tiergruppen einen ziemlich großen Unterschied; dieses aber verhindert durchaus nicht für alle diese Erscheinungen eine Ursache zu suchen. Eine andere Aehnlichkeit besteht darin, dass sowohl die Imaginalplatte (resp. die Embryonalstreifen) vieler Arthropoden und Wirbeltiere, als auch die Imaginalplatten vieler anderer Metazoa invaginieren. Die Invagination kann, wie es weiter unten gezeigt werden soll, gerade durch die starke Differenzierung verschiedener Zellen hervorgerufen werden. Ich bin mit Will und Korschelt und Heider einverstanden, dass bei den Arthropoden anfänglich eine Versenkung des Embryonalstreifes ohne Bildung von Hüllen vor sich ging, d. h. wenn auch eine Falte entstand, so verwuchs sie nicht über der Oberfläche des Embryonalstreifes; sondern der Charakter der Versenkung war nach meiner Ansicht ein anderer: das war keine Einbiegung des Keimstreifens auf die Bauchseite, aber gerade eine Einsenkung desselben, eine Einsenkung, wie sie in reinerer Form in den Imaginalplatten einiger Metazoen beobachtet wird. In dieser Hinsicht ist es interessant auf zwei Modifikationen bei den Seeigeln hinzuweisen: in einem Falle wird die Einsenkung durch die Bildung von Embryonalhüllen abgeschlossen (*Spatangidae*), im anderen kommt es nicht so weit: über der versenkten Imaginalplatte bleibt eine Oeffnung, ein echtes Amnion bildet sich nicht. Dieser Fall hat nach meiner Meinung einen primäreren Charakter. Der Prozess der Faltenbildung ging, einmal begonnen, in derselben Richtung weiter und führte zur Bildung von Embryonalhüllen, diese Erscheinung aber wurde in verschiedenen Gruppen des Tierreichs erblich konstant.

Wenn es wahr ist, dass die Versenkung des Embryonalstreifes oder der Imaginalplatten, welches der erste Schritt der Bildung einer Falte ist, von der scharfen Differenzierung der Deckzellen in zwei Arten abhing, von welchen jedenfalls eine Art sich einerseits spezialisierte und nicht in eine andere übergehen konnte, wenn somit die Versenkung einer Zellenart die unumgängliche Folge einer solchen Differenzierung ist, so sind wir im Rechte dasselbe in allen ähnlichen Fällen zu erwarten. Diesen Gedanken kann man in folgender Weise formulieren: wenn in einer Zellenschicht, welche einen Epithelial-

charakter trägt[1]), eine Differenzierung zweier Zellenarten vor sich geht, so müssen in der philogenetischen Entwicklung die einen Zellen invaginieren, einerlei — ob sie in eine Gruppe vereint oder einzeln zerstreut sind. Oder anders gesagt kann eine Epithelialschicht nicht aus zwei oder mehreren Zellenarten bestehen; wenn wir bei jetzt lebenden Tieren einen scheinbaren Widerspruch auffinden, so ist dies nur deswegen der Fall, dass wir ein Anfangsstadium des Prozesses haben. Um den letzten Gedanken klarer wiederzugeben, verweise ich z. B. auf das Schicksal der epithelialen Muskelzellen der Hydroiden, welche im Ektoderm der Hydranten in einer Fläche mit allen anderen Arten von ektodermalen Epithelialzellen liegen. Eine solche Lage sollte, wie es scheint, dem oben angeführten Satze widersprechen; aber schon die Brüder Hertwig [6] wiesen darauf hin, wie man in einer Reihe von Hydromedusenformen eine allmähliche Umbildung der Epithelial-Muskelzellen in Subepithelialzellen verfolgen kann. Unstreitig waren die ektodermalen Epithelialmuskelzellen dem allgemeinen Stammvater der Cölenteraten eigen; erhalten haben sie sich nur bei den Hydroiden, aber bei der weiteren phylogenetischen Entwicklung und bei denselben Formen mussten sie unters Epithelium immigrieren, wie dieses schon bei der *Tubularia* und einigen anderen Hydranten geschah.

Bevor wir unseren Satz näher betrachten, wollen wir auf der möglichen Ursache verweilen, welche die angeführten Störungen in der Zellenlage hervorruft. Man kann von dem Gedanken ausgehen, dass die gleichen Zellen eines einheitlichen Epithels als so zu sagen organisierte zusammengesetzte Moleküle erscheinen, welche sich in einer gewissen gleichen Wechselwirkung befinden. Wir wissen nicht, worin diese Wechselwirkung besteht, aber gerade durch dieselbe können wir einige Eigentümlichkeiten im Leben dieser Zellen erklären, welche die Eigenschaft des Epithels bestimmen. Wenn wir uns vorstellen, dass einige Zellen infolge verschiedener Einflüsse ihren Charakter verändern, so muss die Wechselwirkung mit den umliegenden Zellen sich gleichfalls ändern; das Resultat einer solchen Veränderung ist, dass die Zelle, in andere Verhältnisse mit ihren Nachbaren gestellt, aufhört sich in einer Fläche mit den übrigen ihr ungleichen zu halten. Man kann annehmen, dass zwischen jeden zwei Zellen, welche in enge Berührung treten, dieselben Verhältnisse obwalten wie zwischen zwei benachbarten Teilchen eines physikalischen Körpers. Die Zellen eines einheitlichen Epithels können untereinander ungefähr in solchen Verhältnissen stehen wie die Teilchen in flüssigen oder halbflüssigen Häuten. Auf einen solchen Vergleich führt die scharfsinnige Untersuchung von Dreyer [2]. Die veränderten Zellen erscheinen wie Fremdkörper in der Haut, welche aus einheitlichen Elementen gebildet

1) Im gegebenen Falle verstehe ich unter „Epithelium“ nur eine aus einer Schichte bestehenden Zellenbildung.

ist, und werden aus derselben hinausgestoßen. Die in einer Richtung fortgehende Differenzierung führt zuletzt dazu, dass eine Zellenart aus der allgemeinen Schichte scheidet.

Von diesem Standpunkte aus kann man die so sehr verschiedenen Fälle von Migration der einzelnen Zellen und Invagination von Zellengruppen betrachten. Die einfachsten Beispiele bieten: die Entwicklung von Geschlechtsprodukten bei *Volvox*, die Immigration von veränderten Zellen bei *Protospongia*. Ebenfalls haben wir diese Erscheinung bei der Betrachtung einer Reihe von phylogenetischen Stadien bei den Metazoen. Wie in den angeführten Beispielen, so auch in der phylogenetischen Entwicklung bestehen immer zwei Stadien: das Stadium, in welchem irgend welche Elemente in dieser oder jener Schichte sich differenzierten, aber dieselbe noch nicht verlassen haben, und das Stadium, wo diese Elemente etwa eine subepitheliale Schichte bilden. Wir haben ein ähnliches Beispiel in der Entwicklung des Muskelgewebes bei den Medusen gesehen; ein ähnliches Beispiel bietet die Entwicklung des Nervensystems, der einzelnen Sinnesorgane u. s. w. Von diesem Standpunkte haben die Keimblätter der Metazoen gleichfalls in ihrer phylogenetischen Entwicklung das erste Stadium durchgemacht; die Wände der primären Blastula bestanden nicht aus einer Zellenart, sondern aus zweien, aus den Zellen der beiden primären Blätter, welche durch ihre Eigenschaften untereinander verschieden waren; erst nach der Differenzierung folgte die Migration ins Innere der Blastula zur Bildung des Hypoblast. Wenn wir jetzt bei verschiedenen Metazoen eine Blastula und sogar Gastrula scheinbar aus ganz gleichen Zellen gebildet antreffen, so kann erstens der Unterschied zwischen den Zellen in der Struktur des Plasmas bestehen und anderen für uns unmerklichen Eigentümlichkeiten, zweitens — und hauptsächlich — kann die sichtliche Zellendifferenzierung cönogenetisch in die spätesten Stadien der embryonalen Entwicklung versetzt werden. Auf eine solche Versetzung weist, wie es mir scheint, der Umstand hin, dass die Absonderung dieser oder jener Art von Zellenelementen in der embryonalen Entwicklung der heutigen Metazoen vor dem Beginne ihrer Funktion vor sich geht, eine Erscheinung von unstreitbar cönogenetischem Charakter.

Also bestand der allgemeine Gang der phylogenetischen Entwicklung der Zellenelemente der Metazoen nach meiner Meinung in Folgendem: verschiedene Faktoren wirkten auf die Zellenschichte und riefen in derselben eine Differenzierung hervor, diese Differenzierung störte die früheren Verhältnisse unter den Zellen, welche eine einheitliche Zellenlage verursachte, die einheitliche Zellenlage wurde gestört, wobei in dem Falle, wenn sich einzelne zerstreute Zellen differenzierten und aus der allgemeinen Schichte entfernten, eine solche Störung die Form einer Zellenimmigration annahm; wenn sich aber

die Differenzierung auf eine ganze Zellengruppe erstreckte, so hatte sie die Form einer Invagination. Auf diesem Wege ging die Entwicklung der Keimblätter, auf ihm die Bildung der Organe aus denselben (z. B. der verschiedenen Drüsen vor sich). Ein prinzipieller Unterschied zwischen der phylogenetischen Entwicklung des Organs und der Embryonalblätter kann nicht existieren, da die Keimblätter nach dem gelungenen Vergleiche von Häckel zu gleicher Zeit die primären Organe der Metazoen sind. In der funktionellen und morphologischen Differenzierung der Zellenelemente besteht nach meiner Meinung die Ursache des Internierens der Organe in einer Geschlechtsreihe. Durch diese Differenzierung glaube ich lässt sich nicht nur die Entstehung der Embryonalhüllen erklären, sondern überhaupt aller ähnlicher Bildungen (die invaginierenden Immaginalplatten bei allen Typen der Metazoen). Der Prozess der Versenkung des Embryonalstreifens führt zur Bildung von Embryonalhüllen; die Bildung von Embryonalhüllen andererseits wurde konstant als eine vorteilhafte Eigentümlichkeit in den ersten Phasen der embryonalen Entwicklung und veränderte nachher einigermaßen ihren Charakter: die Bildung von Hüllen durch Versenkung ging in eine Bildung von Hüllen durch Umwachsung über. Was das Abwerfen der Embryonalhüllen betrifft, so kann es als eine Folge schnellen Wachstums des Embryonalstreifens angesehen werden, während die Zellen der Embryonalhüllen sich nicht, oder nur sehr unbedeutend vermehren. Dieses Wachstum ist durch die schnelle Aufnahme von Nährmaterial, durch die Embryocyten und ihre schnelle Vermehrung verursacht. Der primäre Typus der Abwerfung der Embryonalhüllen ist derjenige, bei welchem eine gleichzeitige Zerreißung des Amnions und der Serosa und ihre Zusammenziehung auf die Rückenseite des Embryos nach Maß der Umwachsung des Dotters durch den Embryo vor sich geht: so ging die Zusammenziehung vor sich, als die Falten der Embryonalhüllen noch nicht über dem Embryonalstreifen verwuchsen, d. h. als noch keine vollständig ausgebildete Embryonalhüllen im eigentlichen Sinne des Wortes existierten (vergl. Korschelt und Heider l. c. S. 800—806).

Die citierten Schriften.

[1] Bobretzky, N. Zur Embryologie der Arthropoden (Russisch). Зап. Кіевск. Од-ва Ест., T. III, 1873.
[2] Dreyer, F. Ziele und Wege biologischer Forschung. Jena 1892.
[3] Faussek, V. Studien zur Entwicklungsgeschichte und Anatomie der Phalangiiden (Russisch). Тр. С.-Петерб. Од-ва Ест., T. XXII, Arbeiten aus dem zoot Labor. der k. Univ. zu St. Petersb., Nr. 3.
[4] Graber, V. Die Insekten, II. Teil. München 1879.
[5] Heathcote, F. G. The early development of *Julus terrestris*. Quart. Journ. of M. Sc., Vol. XXVI, 1886.
[6] Hertwig, O. und R. Der Organismus der Medusen. Jena 1878.
[7] Kennel, J. v. Entwicklungsgeschichte von *Peripatus Edwardsii* Blanch. und *Peripatus torquatus* n. sp. Arbeiten aus dem zool.-zoot. Institut in Würzburg, Bd. VII—VIII, 1885—1888.

[8] Kingsley, J. S. The Embryology of *Limulus*, Part II. Journal of Morphology, Vol. VIII, 1893.
[9] Kischinouye, K. On the development of *Araneina*. Journ. of the coll. of Sc. Imper. Univ. Japan, Vol. IV, 1, 1890.
[10] Korschelt E. und Heider K. Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Tiere. Jena. 2. Heft, 1891.
[11] Kowalewsky A. und Schulgin M. Zur Entwicklungsgeschichte des Skorpions (*Androctonus ornatus*). Biol. Centralbl., 6. Bd., 1886—87.
[12] Metschnikoff, E. Embryologische Studien an Medusen. Wien 1886.
[13] Morin, J. Studien über die Entwicklung der Spinnen (Russisch). Зап. Новорос. Общ. Ест., T. XIII, 1888.
[14] Uljanin, W. Beobachtungen über die Entwicklung der Poduren (Russisch). Нзв. Имп. Общ. Лл. Ест., T. XVI, 1875.
[15] Wagner, J. Die Embryonalentwicklung von *Ixodes calcaratus* Bir. (Russisch). Arbeiten aus dem zootom. Laborat. der k. Univ. zu St. Petersburg, Nr. 5, 1894.
[16] Wheller, W. M. A contribution to Insect Embryology. Journal of Morphology, Vol. VIII, 1, 1893.
[17] Will, L. Entwicklungsgeschichte der viviparen Aphiden. Zool. Jahrb., Abt. für Anat. etc., III. Bd., 1889
[18] Zograff, N. Materialien zur Kenntnis der Embryonalentwicklung von *Geophilus ferrugineus* L. K. und *G. protimus* L. K. (Russisch). Нзв. Имп. Общ. Лл. Ест., T. XLIII, 1883.

Neuere physiologisch-chemische Untersuchungen über die Zelle.

Von **R. H. Chittenden.**

(Schluss.)

Die ursprünglich als Nuklein bezeichnete Substanz, zuerst von Hoppe-Seyler und Miescher als hauptsächlichster Bestandteil des Kerns der Eiterkörperchen nachgewiesen, wurde von einer Reihe von Forschern aus verschiedenem kernreichen oder kernsubstanzreichen Material dargestellt. Miescher stellte es dar aus den Spermatozoen verschiedener Tiere, Geoghegan aus dem Gehirn, Hoppe-Seyler aus Hefezellen, Plósz aus der Leber, und v. Jaksch aus dem menschlichen Gehirn. Aber die erhaltenen Produkte waren, trotz Uebereinstimmung in gewissen Punkten, doch einander in vielen Beziehungen unähnlich. Alle ähnelten einander durch den auffallend hohen Gehalt an Phosphor, aber die bei der Analyse gefundenen Mengen von Phosphor schwankten zwischen 1,8 und 9,5 %. Weiter unterschieden sich die verschiedenen Produkte durch den Grad der Löslichkeit in Alkalien, in welchen die einen sehr leicht, die andern nur schwer löslich waren. Diese markanten Unterschiede sah man natürlich als Beweis dafür an, dass das sogenannte Nuklein keine chemische Einheit sei, vielmehr eine nicht konstante Mischung von organischen Phosphorverbindungen und Proteinstoffen; aber jetzt wissen wir, dank den mühevollen Arbeiten von Kossel u. A., dass es eine Gruppe sehr nahe verwandten von Körpern, „Nukleine", gibt, welche in der Natur überall verbreitet sind, wo immer Zellelemente sich finden; die den Hauptbestandteil des Zellkerns ausmachen, aber auch in gewissen Substanzen, wie Milch und Eidotter, die jungen, sich entwickelnden Tieren als Nahrung dienen,

vorkommen. Die letztgenannte Körperklasse ist bekannter unter dem Namen der Nukleoalbumine, aus denen ein typisches Nuklein abgetrennt oder vielmehr dargestellt werden kann durch die eiweißverdauende Wirkung des Magensaftes[1]), der den Ueberschuss der Proteinsubstanz löst und das unverdauliche Nuklein übrig lässt. Die wesentlichen Punkte in der Unterscheidung zwischen den typischen Nukleinen werden deutlich durch das Studium ihrer Spaltungsprodukte. So gibt z. B. das Nuklein, das man im Karyoplasma der meisten Zellkerne findet, beim Kochen mit verdünnter Schwefelsäure als Spaltungsprodukte Phosphorsäure, Xanthinkörper und Acidalbumin. Anderseits gibt das Nuklein, das im Lachssperma vorkommt, überhaupt keine Eiweißkörper, sondern seine Spaltungsprodukte sind bloß Phosphorsäure und Hypoxanthin. Die dritte Gruppe von Nukleinen, die gewöhnlich als Nukleoalbumine bezeichnet werden, geben bei der Spaltung nur Phosphorsäure und Eiweißkörper; wenn Xanthinbasen vorkommen, so sind die Mengen doch zu klein, als dass eine genaue Untersuchung möglich wäre. Aus dem Nuklein der Hefezellen erhielt Liebermann durch Spaltung Metaphosphorsäure, und er war mit Pohl[2]) zusammen im Stande, eine Verbindung von Metaphosphorsäure mit Eieralbumin, auch mit Serumalbumin und mit Albumose herzustellen, die dem Nuklein in ihren Eigenschaften glich. Ferner ist es möglich, durch Variierung des Verhältnisses zwischen Säure und Albumin verschiedene Formen von Nuklein darzustellen, die verschieden viel Phosphor enthalten und verschieden löslich in Alkalien sind, ganz wie die natürlichen Nukleine, die man aus den Zellkernen darstellt. Dennoch ist es fraglich, ob diese synthetischen Produkte in jeder Beziehung den natürlichen Nukleinen gleichen, denn es ist wahrscheinlich, dass das Nukleinmolekül, das durch die Thätigkeit der lebenden Zelle entsteht, nach einem etwas anderen Bauplan hergestellt ist, wenigstens was die Anordnung der Atome anlangt. Altman[3]) hat zum Beispiel gezeigt, dass, wenn man auf Nuklein schwach spaltende Substanzen, also vielleicht ein Alkali bei gewöhnlicher Temperatur einwirken lässt, dasselbe in Albumin und eine eigentümliche, phosphorreiche Säure, die sogenannte Nukleinsäure, zerlegt wird. Ja, es ist sogar möglich, aus diesen zwei Komponenten von neuem Nuklein herzustellen, und der resultierende Körper zeigt alle Eigentümlichkeiten der ursprünglichen Substanz. Nukleine kann man daher, um Halliburton zu zitieren, als Verbindungen von Proteinen mit Nukleinsäure ansehen; die verschiedenen Glieder der Gruppe unterscheiden sich durch den verschiedenen Gehalt an Proteinstoffen und phosphorreicher Säure. So können wir uns eine Kette von Nu-

1) Vergl. Lilienfeld in: du Bois-Reymond's Archiv für Physiologie. 1892, S. 129.

2) Pflüger's Archiv für Physiologie, Bd. 43, S. 99.

3) du Bois-Reymond's Archiv für Physiologie, 1889, S. 524.

kleinen denken, deren eines Ende von Nukleinsäure selbst mit ihren 9—11 proz. Phosphor gebildet wird, ohne dass ein Protein beigemischt ist; hierfür ist ein Beispiel das aus den Köpfen der Spermatozoen hergestellte Nuklein, das zweifellos aus den Kernen der zu Spermatozoen werdenden Zellen stammt. In der Mitte der Kette treffen wir Nukleine, die hauptsächlich aus Proteinen bestehen und verschieden viel Nukleinsäure enthalten. Schließlich am andern Ende finden wir Nukleine, die bloß aus Proteinen bestehen und höchstens 0,5—1,0 proz. Phosphor enthalten; sie werden gewöhnlich Nukleoalbumine genannt.

Nukleine sind unverdaulich in künstlichem Magensaft, während ein Nukleoalbumin, wie schon gesagt, wenigstens zum Teil verdaut wird; der aus Proteinsubstanz bestehende Teil wird in lösliche Produkte verwandelt, als unlöslicher Rest bleibt ein typisches Nuklein übrig, das durch schwache Alkalien gelöst werden kann. Wenn man sich diese allgemeinen Charaktere der Nukleine klar gemacht hat, dann werden einem viele von den mikrochemischen Beobachtungen, an die von verschiedenen Forschern in der Zellenlehre erinnert wird, verständlich. Als Illustration hierfür denken Sie an die Arbeit von Zacharias über die Pflanzenzelle[1])! Wie Sie sich wohl erinnern, hat er eine ganze Reihe von Verdauungsexperimenten mit künstlichem Magensaft gemacht, und er konstatierte im Kern die Anwesenheit von zwei verschiedenen, in saurer Pepsinlösung unverdaulichen Substanzen, die sich von einander durch ihre Löslichkeit in Säuren und Alkalien unterschieden. Zacharias kam zu dem Resultat, dass der übrigbleibende Zellkern aus einer Grundsubstanz besteht, die zum großen Teil Nuklein enthält, während die Nukleoli von Albumin und Plastin gebildet werden. Wenn man das Albumin durch Verdauung aus dem Nukleus entfernt und das Nuklein in verdünntem Alkali löst, so bleibt ein Netzwerk von Plastin übrig. Weiter stellte Zacharias fest, dass Plastin ein wesentlicher Bestandteil des ganzen protoplasmatischen Zellinhaltes, einschließlich des Kerns und des Chromatins, ist. Nun beachten Sie den Unterschied zwischen Nuklein und Plastin, wie er von Zacharias definiert ist! Plastin löst sich zum Beispiel nicht in 10 proz. Kochsalzlösung, quillt auch nicht einmal in ihr auf; daher ist es kein Globulin oder einfaches Protein; auch verschwindet es nicht bei Behandlung mit mäßig starker Salzsäure, wie Nuklein. Ferner ist Plastin viel schwerer in Alkalien löslich als Nuklein. Nun ist es aber Thatsache, dass beide Körper außerordentlich nahe verwandt sind; beide sind Nukleine mit demselbem allgemeinen Strukturtypus; sie unterscheiden sich nur im Gehalt an Nukleinsäure und Protein. Das Plastin der Histologen ist daher einfach eine Art Nuklein von weniger saurem Charakter, weil es verhältnismäßig weniger Nukleinsäure und mehr Protein enthält;

1) Botanische Zeitung, 45. Jahrg., S. 281 u. 329.

infolge dessen enthält es auch weniger Phosphor, und aus demselben Grunde ist es weniger leicht in Alkalien löslich.

Im Allgemeinen können wir sagen: Der sogenannte Kernsaft oder die Kerngrundsubstanz besteht eigentlich aus einem globulinartigen Körper, demselben, den man im Cytoplasma findet, und der durch Verdauung mit künstlichem Magensaft in lösliche Produkte, wie Proteosen und Peptone, übergeführt wird. Der übrige Kern besteht aber aus Substanz, die in Magensaft unlöslich ist. Alle die Körper, die diesen unverdaulichen Rest ausmachen, sind phosphorhaltig; sie sind Nukleine von verschiedener Zusammensetzung. So besteht z. B. das sogenannte Chromatinnetzwerk, das sich von allen anderen Bestandteilen durch seine große Affinität zu verschiedenen Farben unterscheidet, aus sehr stark phosphorhaltigem Nuklein, nämlich einem Nuklein, das einen großen Gehalt an Nukleinsäure und einen entsprechend geringeren an Protein hat. Die Nukleoli anderseits, die eine weniger ausgesprochene Affinität zu Farbstoffen haben als das Chromatin, sind hauptsächlich sogenanntes Plastin, d. h. ein verhältnismäßig phosphorarmes und nicht leicht in Alkalien lösliches Nuklein. Mit anderen Worten — und das ist, denke ich, der Punkt, der mit besonderem Nachdruck zu betonen ist: der Kern aller Zellen setzt sich hauptsächlich aus Nukleinen zusammen, Verbindungen von Protein und Nukleinsäure, welche letztere reich an Phosphor ist; die einzelnen Teile des Kernes variieren etwas, je nach dem verschiedenen Charakter der Nukleine, der sich nach dem Verhältnis vom Protein zur Nukleinsäure richtet. Das heißt also: „Wie in allen metabolischen Prozessen fortwährende Schwankungen stattfinden, so wechseln auch in den Lebensvorgängen die Beziehungen zwischen den phosphorhaltigen Bestandteilen des Kerns; die einen Bestandteile werden neu gebildet, die anderen zerfallen in einfachere Produkte“ [1]). Wir dürfen aber nicht vergessen, dass diese Körper vielleicht Fragmente eines noch komplizierteren Moleküls sind, das im lebenden Karyoplasma der Zellkerne enthalten ist. In jedem Fall muss der Charakter dieser Fragmente, wenn es welche sind, uns einigen Aufschluss geben über die Natur der ursprünglichen Moleküle, und ganz konsequent können wir auf Grund der obigen Feststellungen es als wahrscheinlich annehmen, dass es verschiedene, wenn auch nahe verwandte chemische Varietäten von Karyoplasma gibt, die den Zellkernen der einzelnen Organe und Gewebe eigentümlich sind.

Lilienfeld [2]) der im Allgemeinen den entwickelten Ansichten beistimmt, spricht sich sehr für die Wahrscheinlichkeit aus, dass in der Regel ein deutlicher Unterschied zwischen dem Kern und dem Zellkörper vorhanden sei. Der erstere bestehe in jeder Phase des

1) Halliburton.

2) Verhandl. der Berliner physiol. Gesellschaft, du Bois-Reymond's Archiv für Physiologie, 1893, S. 391.

Lebens hauptsächlich aus Nukleinsubstanzen, d. h. Nukleoproteinen, Nuklein und in extremen Fällen Nukleinsäure, während der Zellkörper hauptsächlich aus reinen Proteinen und Nukleoalbuminen mit einem geringen Gehalt an Phosphor zusammengesetzt sei. Aber wie die Beziehungen zwischen diesen einzelnen Körpern schwankende seien, so sei auch der Farbenton, den man durch verschiedene Tinktionsmittel erhalte, deutlich mehr oder weniger veränderlich; doch in der Regel können wir feststellen, dass die nukleinhaltigen Verbindungen des Kerns die größte Affinität zu basischen Färbmitteln hätten, während die Proteine des Zellkörpers natürlich die sauren festhalten.

Ferner beschreibt Lilienfeld, der kürzlich die innere Struktur der Leukocyten gründlich studiert und dem charakteristischen Bestandteil des Kerns den Namen „Nukleohiston" gegeben hat, diesen Stoff als ein Nukleoprotein, das man, chemisch betrachtet, mit einem Salz vergleichen kann, in dem eine Proteinbase, Histon, und eine komplizierte Säure, Leukonuklein, enthalten ist, welches wiederum aus Nukleinsäure und Protein besteht. So finden wir auch in dieser letzten für uns in Betracht kommenden Arbeit, die zu prüfen ich Gelegenheit hatte, Resultate, welche unsere eben entwickelten allgemeinen Ideen unterstützen[1]). Endlich hat Lilienfeld bewiesen, dass es die Nukleinsäure des Kerns ist, die die angeführte Färbung, wie sie dieser Zellteil bei Behandlung mit Anilinfarben annimmt, bedingt.

Nachdem wir so die weite Verbreitung der Nukleine durch alle tierischen und pflanzlichen Zellen kennen gelernt haben, wollen wir den Charakter ihrer Zerfalls- oder Spaltungsprodukte etwas eingehender untersuchen, denn dadurch erhalten wir ein klareres Bild von ihrer allgemeinen Natur. Wie schon gesagt, geben die Nukleine, soweit sie bis jetzt bekannt sind, bei Behandlung mit verdünnten Mineralsäuren eine Reihe eigenartiger, krystallinischer stickstoffhaltiger Produkte, der sogenannten Xanthinbasen, als deren wahre Vorgänger Kossel die Nukleinsäuren kennen gelehrt hat. Daher hängt es von der Menge der in einem gegebenen Nuklein enthaltenen Nukleinsäure ab, wieviel von diesen Körpern, die, beiläufig gesagt, zur Harnsäuregruppe gehören, entsteht. Die weite Verbreitung derselben, besonders im tierischen Organismus, wo auch immer sich Zellthätigkeit bemerkbar macht, ihre nahen Beziehungen zur Harnsäure und ihr offenbarer Ursprung aus der Nukleinsäure der Zellnuklei sind Thatsachen von der höchsten physiologischen Bedeutung, sofern sie über die physiologische Funktion des Zellkerns Aufklärung zu bringen versprechen und zu gleicher Zeit auf einen genetischen Zusammenhang zwischen Nukleinbasen und Harnsäure deuten. Auf diesen Gedanken können wir uns jetzt aber nicht weiter einlassen, doch sind noch ein oder zwei Punkte zu erwähnen, die in Beziehung zu den Nukleinbasen stehen, und die wir unmöglich

1) Zeitschrift für physiol. Chemie, Bd. 8, S. 473.

übergehen können. Es gibt vier Xanthinbasen, nämlich: Adenin, Guanin, Xanthin, Hypoxanthin, sämtlich gut untersuchte Körper von bekannter chemischer Konstitution. Unter ihnen steht das Adenin obenan. Es ist freilich der am spätesten entdeckte dieser Körper, aber seine charakteristische chemische Natur und Konstitution geben ihm einen besonderen Vorrang vor den anderen. Es ist nicht bloß ein Produkt der durch verdünnte Säuren bewirkten Spaltung von reinem Nuklein, sondern es ist weit verbreitet in der Natur, und seine Verbreitung in den Organen und Geweben von Tieren und Pflanzen entspricht seiner genetischen Verwandtschaft mit dem charakteristischen Bestandteil des Zellkerns. So hat es Kossel[1]) aus dem Pankreas und aus der Milz, auch aus Hefezellen und Theeblättern dargestellt, dagegen fand er es nicht im Muskelgewebe, das ja arm an Kernen ist. F. Kronecker[2]) fand es in der Milz, in Lymphdrüsen und in den Nieren vom Rind, während Stadthagen[3]) seine Anwesenheit in der Leber und im Urin eines an Leukämie Leidenden konstatierte, also bei einer Krankheit, bei welcher die Zahl der weißen Blutkörperchen enorm vermehrt ist. Doch ist nicht anzunehmen, dass das Adenin in solchen Fällen ganz frei vorkommt. Im Gegenteil, es existiert in pflanzlichen und tierischen Geweben wenigstens zum Teil in loser Verbindung mit Albumin und Phosphorsäure. Diese Verbindung wird leicht gelöst durch die Wirkung verdünnter Säuren, besonders bei 100° C., aber auch durch spontanen Zerfall nach dem Tode, d. h. also: Adenin ist ein integrierender Bestandteil der Nukleinsäure, die in allen Zellkernen vorkommt, und unter Umständen kann es aus dem komplizierten Molekül, dessen integrierender Bestandteil es ist, abgespalten werden.

Das Adenin zeigt die Eigentümlichkeit, dass es keinen Sauerstoff enthält. Es ist nur aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff zusammengesetzt, und zwar in solchem Verhältnis, dass es als ein Polymeres der Blausäure, HCN, erscheint. Es zeigt in der That dieselbe prozentuale Zusammensetzung wie Blausäure, und seine leichte Umwandlung in Cyankalium beim Zusammenschmelzen mit Kaliumhydroxyd bei 200° C. beweisen die enge Verwandtschaft zwischen den beiden Körpern. Die Existenz von Cyanverbindungen im tierischen Organismus ist lange Zeit als theoretisch wahrscheinlich angenommen worden, die Auffindung des Adenins gibt dieser Hypothese eine feste Basis und deutet auf den Zellkern als den Sitz dieser Cyanverbindungen. Ferner ist Adenin nahe verwandt mit Hypoxanthin, einem uns geläufigeren Körper, mit dessen Ursprung wir uns noch zu befassen haben. Ja noch mehr, wir finden beim Studium der Verwandtschaften, dass überhaupt alle sogenannten Nukleinbasen enge Beziehungen zum Adenin haben, wie aus

1) Zeitschr. f. physiol. Chemie, Bd. 12, S. 241.
2) Virchow's Archiv, Bd. 107, S. 207.
3) Virchow's Archiv, Bd. 109, S. 390.

den folgenden Formeln hervorgeht, welche die Analogien klar zur Anschauung bringen:

Adenin	$C_5H_4N_4$ NH	Guanin	$C_5H_4N_4O$ NH
Hypoxanthin	$C_5H_4N_4$ O	Xanthin	$C_5H_4N_4O$ O.

Adenin wie Hypoxanthin enthalten eine eigentümliche chemische Gruppe, $C_5H_4N_4$, die von Kossel und Thoiss[1]) Adenyl genannt worden ist, und wir können daher Adenin als Adenylimid ansehen, während Hypoxanthin entsprechend als Adenyloxyd bezeichnet werden könnte. Wie man auch bei der nahen Verwandtschaft der beiden Körper vermuten kann, lässt sich Adenin leicht in Hypoxanthin überführen; in ähnlicher Art und Weise kann man die hierhergehörige Base Guanin in Xanthin umwandeln. So fand zum Beispiel Schindler[2]) experimentell, dass Adenin, in Wasser gelöst und unter Ausschluss der Luft bei ungefähr 20° C. der Fäulnis ausgesetzt, mit der Zeit gänzlich verschwindet; an seiner Stelle erscheint zu gleicher Zeit eine große Menge Hypoxanthin und auch Spuren von Xanthin. Mit andern Worten: Sauerstofffreies Adenin wird durch diesen Prozess zur Verbindung mit Sauerstoff gebracht und geht dabei in den verwandten sauerstoffhaltigen Körper Hypoxanthin über unter Abgabe von Ammoniak. Guanin wird durch eine ähnliche Methode in Xanthin verwandelt. Die dabei entstehenden Reaktionen sind sehr einfach, wie folgende Gleichungen zeigen:

$$\underset{\text{Adenin}}{C_5H_5N_5} + H_2O = \underset{\text{Hypoxanthin}}{C_5H_4N_4O} + \underset{\text{Ammoniak}}{NH_3}$$

$$\underset{\text{Guanin}}{C_5H_5N_5O} + H_2O = \underset{\text{Xanthin}}{C_5H_4N_4O_2} + \underset{\text{Ammoniak.}}{NH_3}$$

Wir haben also alle Ursache zu glauben, dass, da Hypoxanthin bei dem Zerfall von Nuklein entsteht, es die Zwischenstufe des Adenins passiert. Oder mit andern Worten: Adenin ist ein primäres Spaltungsprodukt des Nukleins oder besser der Nukleinsäure, während Hypoxanthin ein sekundäres Produkt ist, das direkt aus dem Adenin hervorgeht. In ähnlicher Weise ist Guanin ein primäres Zerfallsprodukt von Nukleinsäure, und Xanthin ist in demselben Sinne ein sekundäres Produkt. Diese vier Basen sind ganz nahe verwandt und eng mit einander durch viele Beziehungen verknüpft, und alle sind in gleicher Weise Spaltungsprodukte des aus Zellkernen gewinnbaren Nukleins. Aber die primären Körper Adenin und Guanin sind offenbar für die in den Zellen vor sich gehenden Veränderungen viel empfänglicher als ihre Nachbarn Hypoxanthin und Xanthin. Doch sind alle vier des gänzlichen Zerfalls fähig unter Bildung verschiedener Zerfallsprodukte. In dieser Beziehung ist eine der instruktivsten Reihen von Veränderungen die, welche das Adenin außerhalb des Körpers durchmacht,

1) Zeitschr. f. physiol. Chemie, Bd. 13, S. 396.

2) Zeitschr. f. physiol. Chemie, Bd. 13, S. 432.

wenn man es lange Zeit mit verdünnter Salzsäure erwärmt; es zerfällt dann ganz und gar in Ammoniak, Kohlensäure, Ameisensäure und Glykokoll oder Amidoessigsäure. Xanthin und Hypoxanthin geben bei gleicher Behandlung dieselben Körper:

$$\underset{\text{Adenin}}{C_5H_5N_5} + 8H_2O = 4NH_3 + CO_2 + 2\underset{\text{Ameisensäure}}{H.COOH} + \underset{\text{Glykokoll}}{CH_2(NH_2).COOH}$$

$$\underset{\text{Hypoxanthin}}{C_5H_4N_4O} + 7H_2O = 3NH_3 + CO_2 + 2H.COOH + CH_2(NH_2).COOH$$

$$\underset{\text{Xanthin}}{C_5H_4N_4O_2} + 6H_2O = 3NH_3 + 2CO_2 + H.COOH + CH_2(NH_2).COOH$$

Ferner kann Adenin leicht völlig in Kohlensäure und Ammoniak zerlegt werden. Aber die wunderbarste Erscheinung an diesem Körper tritt, wie schon konstatiert, uns darin entgegen, dass es leicht in Cyankalium umgewandelt werden kann; dadurch verrät es die nahen Beziehungen, in denen es zur Cyangruppe steht.

Beim Versuch, dem Adenin eine Funktion beizulegen, die der angenommenen Funktion des Zellkerns entsprechen soll, müssen wir beweisen, dass es, unter Bedingungen gebracht, wie sie im Körper bestehen, leicht in neue Formen übergehen kann, die sehr reaktionsfähig sind. Wie das Experiment ergeben hat, existieren in jeder Zelle die Bedingungen für kräftige Reduktion. Die Reduktion gibt den Anstoß dazu, dass das sauerstofffreie Adenin in einen neuen Körper umgewandelt wird, der eine außerordentliche Gier nach Sauerstoff hat, und der dann weiterhin durch Anlagerung von mehr Molekülen in einen der Azulminsäure ähnlichen, wenn nicht gar mit dieser identischen Körper übergeht. Wenn man zum Beispiel Adenin in verdünnter Salzsäure löst und mit Zink behandelt, so wird es leicht durch die reduzierende Wirkung des naszierenden Wasserstoffs zerlegt und offenbar in Azulminsäure, $C_4H_5N_5O$, ein Derivat des Dicyans, verwandelt. Wenn Dicyan $\begin{matrix}CN\\|\\CN\end{matrix}$ einfach in Wasser gelöst und der Luft längere Zeit ausgesetzt wird, so nimmt die Lösung allmählich eine dunkle Färbung an, infolge einer Dissoziation, bei der zugleich mit einer gewissen Menge von Azulminsäure Ameisensäure, Blausäure, Ammoninmoxalat und Harnstoff entstehen; abermals Reaktionen, die für den cyanartigen Charakter des Adeninmoleküls sprechen.

Inanbetracht dieser Eigenschaften des Adenins kann man nicht daran zweifeln, dass die aus ihm entstehenden Körper mit starken Affinitäten wichtige Faktoren bei den physiologischen und chemischen Prozessen sein müssen, besonders bei solchen synthetischer Art, die in allen Zellgeweben vorkommen. In dieser Beziehung sei daran erinnert, dass Pflüger aus rein theoretischen Gründen der physiologischen

Rolle, welche die Cyangruppe für das Molekül des lebenden Eiweißes durch Polymerisation u. ä. spielt, große Wichtigkeit beimaß. Totes Albumin, wie wir es im Eierweiß, im Blutfibrin u. dergl. vor uns haben, ist ein verhältnismäßig beständiger Körper, der gegen neutralen Sauerstoff indifferent ist, der nur wenig zu Veränderungen neigt und beim Zerfall Verbindungen gibt, die keineswegs mit den cyanartigen Körpern identisch sind, wie sie ein normaler Metabolismus von Proteinen[1]) liefert. Offenbar wird aber das tote Eiweiß der Nahrung während der Assimilation nach einem anderen Plan umgemodelt, die Atome werden neu angeordnet, und in dem nun lebenden Eiweißmolekül, wie im Zellprotoplasma, haben wir wohl eine enge Verbindung von Kohlenstoff und Stickstoff nach Art der verhältnismäßig unbeständigen Cyangruppe anzunehmen. In dem toten Protoplasma anderseits ist der Stickstoff des Proteins direkt an Wasserstoff zur Bildung einer Amidogruppe (NH_2) gebunden, aber in den anabolischen Prozessen, wie sie in allen lebenden Zellen vorkommen, wird der Stickstoff von Wasserstoff abgespalten und gezwungen, sich direkt mit Kohlenstoff zur unbeständigen Gruppe CN zu vereinen. So können als Zerfallsprodukte beim Proteinmetabolismus resultieren die uns bekannten, die Cyangruppe enthaltenden Verbindungen: Guanin, Harnsäure, Kreatin und der verwandte Harnstoff. Das sind Spaltungsprodukte aus dem lebenden Protoplasma, und mit der Entdeckung des Adenins und seiner nahen Verwandtschaft zu den typischen Xanthinbasen haben wir einen weiteren Beweis für die Existenz von cyanhaltigen Radikalen im Zellprotoplasma, besonders im Karyoplasma des Kerns. In allen diesen Xanthinkörpern finden wir eine eigentümliche Verbindung von Kohlenstoff, Stickstoff und Wasserstoff, wie sie im toten Protein nicht vorkommt. Die Struktur des Moleküls ist anders und bietet das Bild eines noch komplizierteren Moleküls, in dem die Atome ähnlich angeordnet sind.

Wir müssen uns daran erinnern, dass stets bei jeder Zersetzung eines zellreichen Organs mit verdünnter Säure niemals Adenin, Guanin, Xanthin und Hypoxanthin allein entstehen. Man findet sie nicht isoliert, sondern in jedem Gewebe, das unter seinen ursprünglichen Bedingungen geblieben ist, kommen z. B. die beiden eigentlichen Xanthinbasen mit andern Atomgruppen vereint vor, besonders mit Phosphorsäure und Albumin, den Bestandteilen einer höheren Verbindung, des Nukleins. Aus dieser höhern Verbindung können die einzelnen Komponenten nicht durch einfache Lösungsmittel extrahiert oder nach anderen ähnlichen Isoliermethoden gewonnen werden, sondern es muss erst ein Anstoß erfolgen, durch den das komplizierte Molekül zertrümmert wird, und durch den die einzelnen Teile frei gemacht werden, zum Beispiel durch

1) Drechsel, Der Abbau der Eiweißstoffe. du Bois-Reymond's Archiv, 1891, S. 248.

die Wirkung einer verdünnten Mineralsäure. Anderseits finden wir in Geweben, die an Kernelementen arm sind, wie im Muskelgewebe, nur die Zerfallsprodukte des Nukleins; das chemische Band zwischen den einzelnen Komponenten ist zerrissen, und die Phosphorsäure ist nicht mehr in einer organischen Verbindung vorhanden, sondern als lösliches Alkaliphosphat. Ebenso sind Xanthin und Hypoxanthin frei und können allein schon mit Wasser extrahiert werden.

Ferner ist möglicherweise die Umbildung von Adenin und Guanin in Hypoxanthin bezw. Xanthin unter Abspaltung der NH-Gruppe und Aufnahme von Sauerstoff ein Abbild von der Art und Weise, in der die Umwandlung der Amidogruppen im Albumin zum Harnstoff stattfindet; ein Prozess, der zweifellos in den Geweben und vielleicht in jedem Zellkern vor sich geht.

Sicherlich können wir im Sinne der gegebenen Darstellung annehmen, dass der Zellkern auf irgend eine Weise in nahen Beziehungen zu den Prozessen steht, die die Bildung der organischen Materie vermitteln. Was für andere Funktionen er auch sonst noch besitzen mag, jedenfalls ist er vermöge der Eigenschaften, welche die ihn aufbauenden Körper haben, befähigt, die metabolischen Prozesse, die in der Zelle vor sich gehen, zu überwachen und den Stoffwechsel zu modifizieren und zu regeln[1]). Und Sie wollen beachten, dass ich besonderes Gewicht auf die chemische Natur des Karyoplasmas lege; die charakteristischen Eigenschaften des Plasmas hängen von seinem molekularen Bau ab. Nicht die bloße Thatsache, dass das Karyoplasma sozusagen in eine ganz bestimmte Struktur hineingezwängt worden ist, erklärt, dass es solche charakteristische Eigenschaften besitzt, sondern den lebenden Molekülen selbst kommen jene Eigenschaften zu. Die lebenden Moleküle sind etwas Anderes als die toten Moleküle, weil sie eine andere chemische Konstitution haben, weil die Atome anders angeordnet sind. Ist dies Alles richtig, so können wir leicht einsehen, wie kernlose Zellen vielleicht bis zu einem gewissen Grade thätig zu sein vermögen, vorausgesetzt dass sie in ihrem Cytoplasma dieselben chemischen Gruppen enthalten.

Aber ich habe meine Zeit bereits überschritten, und doch wäre noch Vieles zu sagen. Indessen das Gesagte wird Ihnen einigermaßen gezeigt haben, dass hier in der Chemie der Zelle ein Arbeitsfeld liegt, das man auf die Dauer in der biologischen Forschung nicht unberücksichtigt lassen darf.

---

1) Vergl M. Verworn, Die physiologische Bedeutung des Zellkerns. Pflüger's Archiv für Physiologie, Bd. 51, S. 1.

Verlag von Eduard Besold (Arthur Georgi) in Leipzig. — Druck der kgl. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIV. Band. 1. Juni 1894. **Nr. 11.**

Inhalt: **Nagel**, Beobachtungen über den Lichtsinn augenloser Muscheln. — **Lauterborn**, Ueber die Winterfauna einiger Gewässer der Oberrheinebene. Mit Beschreibungen neuer Protozoën. — **Färbringer**, Untersuchungen zur Morphologie und Systematik der Vögel, zugleich ein Beitrag zur Anatomie der Stütz- und Bewegungsorgane (11. Stück). — **Auerbach**, Ueber merkwürdige Vorgänge am Sperma von *Dytiscus marginalis*. — **Hürthle**, Beiträge zur Kenntnis des Sekretionsvorganges in der Schilddrüse. — v. **Lendenfeld**, Haacke's Gemmarienlehre.

Beobachtungen über den Lichtsinn augenloser Muscheln.

Von **Wilibald A. Nagel**,

Dr. rer. nat. et med. in Tübingen.

Die beiden neuesten Arbeiten, welche sich mit dem „Sehvermögen" der Muscheln befassen, sind diejenigen von B. Rawitz[1]) und R. Dubois[2]). Ohne früherer diesbezüglicher Arbeiten anderer Forscher Erwähnung zu thun, berichtet Dubois sehr eingehend über die „vision dermatoptique" der Bohrmuschel, *Pholas dactylus*. Rawitz hat histiologisch den Mantelrand zahlreicher Muscheln untersucht, und äußert sich dabei an verschiedenen Stellen kritisch über die von früheren Forschern bei vielen Arten beschriebenen „Augen", sowie über die zum Zwecke des Nachweises vom Sehvermögen bei jenen Tieren angestellten Experimente, welche er selbst teilweise nachzumachen versucht hat. Sein Resultat ist kurz dieses: Von Muscheln, welche keine morphologisch wohlcharakterisierten Augen besitzen, ist nur bei *Pholas dactylus* Lichtempfindlichkeit (aber keine Lichtempfindung und kein Gesichtssinn) nachgewiesen, bei *Cardium edule* bestehen

1) B. Rawitz, Der Mantelrand der Acephalen. Jena. G. Fischer. 1890. 3. Teil, S. 221 ff.

2) R. Dubois, Anatomie et physiologie comparées de la *Pholade dactyle*, structure, locomotion, tact, olfaction, gustation, vision dermatoptique, photogénie, avec une théorie générale des sensations, Paris 1892 (enthält auch die Resultate aller früheren diesbezüglichen Mitteilungen Dubois's).

histiologische Bauverhältnisse, welche eine Lichtempfindlichkeit dieser Art wahrscheinlich machen. Allen anderen augenlosen Muscheln fehlt Lichtempfindlichkeit; wirklich „sehen“ können nur die mit Augen versehenen Muscheln (*Pecten*, *Arca*).

Ich selbst habe im Frühjahre 1892 die (bisher nicht veröffentlichte) Beobachtung hochgradiger Lichtempfindlichkeit bei der siphoniaten Muschel *Psammobia vespertina* gemacht und neuerdings die Versuche auf zahlreiche andere Muscheln und Tiere anderer Stämme ausgedehnt. Meine an Muscheln gewonnenen Resultate will ich hier in Kürze mitteilen, mit der Absicht, umfassendere Untersuchungen später zu veröffentlichen. Auch die von Dubois und Rawitz geäußerten, vielfach sehr sonderbaren Anschauungen über die Lichtwahrnehmung augenloser Tiere werde ich erst später ausführlich widerlegen. Hier nur die Bemerkung, dass es mir nicht zutreffend erscheint, wenn Dubois der Bohrmuschel die Fähigkeit zuschreibt, mit der Haut zu „sehen“, und andrerseits, dass es unbegründet ist, wenn Rawitz die Lichtempfindlichkeit der anderen Muscheln (außer *Pholas*) leugnet. Die Lichtempfindlichkeit vieler augenloser Muscheln ist eine überraschend hochgradige, und die bei verschiedenen Arten von Ryder[1]), Drost[2]), Sharp[3]), Patten[4]) gemachten Beobachtungen sind durchaus zutreffend. Die beiden letztgenannten Forscher knüpfen aber an ihre (übrigens vereinzelten und nicht systematisch durchgeführten) experimentellen Beobachtungen so seltsame und physiologisch unhaltbare Betrachtungen an, dass eine Revision der Frage, vollends jetzt, nachdem Rawitz die Richtigkeit jener Beobachtungen so entschieden bestritten hat, dringend nötig ist.

Für die Klarheit der Begriffe war es nicht günstig, dass die Autoren vor Rawitz ohne weiteres sagten, eine Muschel könne „sehen“, wenn sie nachweisen konnten, dass das Tier auf Helligkeitsänderungen merkbar reagierte. Es ist das eine Verwechslung des wirklichen Gesichtssinnes mit dem bloßen Lichtsinn, welcher ohne ersteren bestehen kann. Dubois hat außerdem, wie mir scheint, damit keinen glücklichen Griff gethan, dass er von den zweierlei Aeußerungen des Lichtsinnes fast ausschließlich die eine, die Reaktion auf Zunahme der Beleuchtungsintensität, untersuchte, die Reaktion auf Beschattung aber vernachlässigte. Gegen seine Versuche und Schlüsse konnte daher der Einwand gemacht werden, die Reaktionen der Bohrmuschel,

1) J. A. Ryder, Primitive visual organs, Science, vol. 2, 1883.

2) K. Drost, Ueber das Nervensystem und die Sinnesepithelien der Herzmuschel (*Cardium edule* L.) etc. Morphol. Jahrb., Bd. XII.

3) B. Sharp, On the visual organs in Lamellibranchiata. Mitteil. zool. Station Neapel, 1884.

4) W. Patten, Eyes of Molluscs and Arthropods. Mitteil. zool. Station Neapel, 1886.

wie ähnliche Reaktionen bei zahlreichen anderen Tieren (Regenwurm, Fliegenlarven), könnten entweder auf der Wirkung strahlender Wärme beruhen, oder sie könnten Schmerzäußerungen, also gewissermaßen pathologische Vorgänge, sein. Dies widerlegen meine Versuche.

Ich betrachte als entscheidend für den Nachweis eines zweckmäßigen, dem Tiere nützlichen, und von demselben auch wirklich verwerteten reinen Lichtsinnes die Beobachtung, dass das Tier auf plötzliche Beschattung durch Bewegung reagiert. Ich nenne das Vermögen der Wahrnehmung von Hell und Dunkel den photoskioptischen Sinn (*σκιά* Schatten) und spreche von photoptischen und skioptischen Wahrnehmungen und ebensolchen Tieren (je nachdem ein Tier auf Belichtung oder auf Beschattung reagiert). Im Gegensatz dazu würden die ikonoptischen Tiere (*εἰκών* Bild) solche sein, bei welchen zu den photoskioptischen Wahrnehmungen der einzelnen sensiblen Elemente die Perception eines durch einen lichtbrechenden Apparat erzeugten Bildes hinzukommt.

Die von Graber[1]) u. a. untersuchten „photodermatischen" Reaktionen augenloser und geblendeter Tiere stellen einen weiteren Begriff dar, als die photoskioptischen Wahrnehmungen, sie schließen aber die letzteren ein: photodermatisch sind alle die Reaktionen, welche durch Einwirkung des Lichtes auf Hautsinnesorgane entstehen[2]); als Reaktion auf photoskioptische Wahrnehmungen möchte ich nur diejenigen unter dem Einfluss der Belichtung oder Beschattung sich abspielenden Sinnesäußerungen bezeichnen, welche durch ihre Stärke, Konstanz und Zweckmäßigkeit zu erkennen geben, dass sie nicht auf einer zufälligen, sozusagen nebensächlichen, Lichtempfindlichkeit der Hautsinnesorgane beruhen, sondern dass letztere die Organe eines zweckmäßigen, dem Tiere nützlichen und von demselben auch wirklich verwerteten Sinnes sind[3]).

1) V. Graber, Grundlinien zur Erforschung des Helligkeits- und Farbensinnes der Tiere. Prag und Leipzig, bei Tempsky, 1884.

2) Auch die wärmenden und schmerzerzeugenden Wirkungen sind hier einbegriffen, und es wird kein Unterschied gemacht, ob die Wirkung eine momentane ist (wie bei jeder wirklichen Lichtempfindung), oder im Laufe von Minuten und noch längerer Zeit eintritt.

3) Meiner in verschiedenen Arbeiten ausgesprochenen Anschauung über die Art der Spezialisierung der Sinnesorgane niederer Tiere entspricht es, anzunehmen, dass der Lichtsinn an Hautsinnesorgane gebunden sein könne, welche zugleich mechanische und chemische Reize normalerweise wahrnehmen können, welche also Wechselsinnesorgane des mechanischen, chemischen (vielleicht auch thermischen) und photoskioptischen Sinnes wären. Speziell auch bei den lichtempfindenden Teilen der Muscheln halte ich diese Vergesellschaftung der Funktionen für wahrscheinlich. Man vergl. W. Nagel, Die niederen Sinne der Insekten, Tübingen 1892 und „Vergleichend-physiologische

Die empfindenden Teile der Muscheln sind in den meisten Fällen die Siphonen, zuweilen auch andere Teile des Mantelrandes, oder der Fuß.

Manche der untersuchten Muscheln sind sowohl für plötzliche Belichtung, wie für Beschattung empfindlich (photoskioptisch), (und zwar kann dann auffallenderweise der Uebergang von einer Lichtintensität *a* zu einer größeren *b* ebensowohl wirksam sein, wie der Uebergang von *b* nach *a*), andere sind nur durch Beschattung erregbar (skioptisch, wohl nie rein ausgeprägt), wieder andere reagieren ganz vorzugsweise auf Helligkeitszunahme (photoptisch). Die bisher untersuchten Arten verhielten sich wie folgt:

fast rein skioptisch	*Ostrea edulis* *Cardium oblongum* (und *C. edule* nach Drost) *Venus gallina* (*Mactra stultorum*).
skioptisch bis photoskioptisch	*Cardium tuberculatum* *Cardium aculeatum* *Venus verrucosa* *Cytherea chione* *Mactra stultorum.*
photoskioptisch	*Pholas dactylus* *Lithodomus dactylus* *Mactra helvacea* *Tellina complanata.*
photoptisch bis photoskioptisch	*Tellina nitida* *Solen siliqua* (und *S. vagina* nach Sharp) *Solen ensis* *Tapes* (*Venus*) *decussata* (fast rein photoptisch).
photoptisch	*Lima hians* *Psammobia vespertina* (sehr empfindlich) *Capsa fragilis* (sehr wenig empfindlich).
unempfindlich für Licht wie für Schatten	*Solecurtus strigillatus* *Loripes lacteus* *Cardita sulcata* (vielleicht nur deshalb, weil die Tiere ihre Schalen ganz wenig öffneten).

Photoskioptisch sind auch die mit Augen versehenen Muscheln, *Pecten* und *Arca*.

Ueber die Art der Reaktion auf Licht und Schatten sei hier folgendes angegeben. Die Reaktion auf Beschattung pflegt meist schneller einzutreten als die Lichtreaktion, sie besteht in einem plötzlichen

---

und anatomische Untersuchungen über den Geruchs- und Geschmackssinn und ihre Organe, mit einleitenden Betrachtungen aus der allgemeinen vergleichenden Sinnesphysiologie". Bibliotheca zoologica von Leuckart und Chun, Heft 18 (April 1894 im Druck).

Schließen und Zurückziehen der Siphonen, worauf zuweilen Flucht des ganzen Tieres folgt[1]). Die photoptischen Reaktionen haben eine beträchtlich größere Latenzperiode und einen langsamen Verlauf (nur bei *Psammobia* gerade umgekehrt, die Lichtwirkung rasch und heftig, die Schattenwirkung meist fehlend und wenn vorhanden, ganz träge).

Im übrigen zeigen die Bewegungen unter dem Einflusse von Licht und Schatten bei den einzelnen Arten beträchtliche Unterschiede, auf welche ich hier nicht näher eingehe.

Auffallend ist die sehr rasche Gewöhnung besonders an die Beschattung bei den schnellreagierenden Arten (*Venus*, *Ostrea*, *Cardium*, *Tapes*, nicht aber bei der trägen *Pholas*). *Cardium* z. B. reagiert anfangs prompt, wenn ein kleines Wölkchen, über die Sonne ziehend, deren Licht etwas abschwächt, oder wenn der Schatten eines $^1/_2$ m entfernten, außerhalb des Aquariums vorbeibewegten Stockes oder Bleistiftes die Siphonen streift. Der Versuch gelingt 2—3 Mal, wenn er in Zwischenräumen von einigen Minuten wiederholt wird, dann plötzlich bleibt jede Reaktion aus. Ebenso ist es bei stärkerer Beschattung durch Vorhalten eines Buches oder dergl.: auch hier 2—3 Mal starke Wirkung, dann beim vierten Versuch ein leichtes Zucken der Siphoränder, beim fünften keine Wirkung. Dann mag man verdunkeln, so stark man will, alles ohne Wirkung. Bei manchen Muscheln (*Ostrea*, *Lithodomus*) gelingt sogar der Versuch nur nach mehrstündiger Pause zum zweiten Male. Beschattet man *Cardium* oder *Venus* rasch hintereinander mehrmals, so kann man sicher sein, dass diese Tiere, die sonst durch den leichtesten, für den Beobachter kaum sichtbaren Schatten zum jähen Schluss der Siphonen oder der Schalen veranlasst werden, jetzt absolut gleichgiltig gegen die dunkelste Beschattung sind. Diese Beobachtungen zeigen aufs klarste, dass die Gewöhnung an den Reiz nicht ein einfach physiologischer Ermüdungsvorgang, sondern ein psychischer Prozess ist, und dass sie die Annahme einer gewissen Urteilsfähigkeit bei jenen Tieren unabweisbar macht: Das Tier erkennt, dass die mehrmalige Beschattung nicht auf dem Nahen eines Feindes oder einer sonstigen Gefahr beruhte, vielmehr unschädlich verlief. Der Vorgang ist durchaus vergleichbar dem Erschrecken des höheren Tieres, wobei ebenfalls die Reaktion bei mehrmaliger Wiederholung ausbleibt.

An die Belichtung gewöhnen sich die Tiere langsamer, als an die Beschattung, besonders langsam die am deutlichsten photoptische *Psammobia vespertina*; hier werden die Reaktionen ganz allmählich schwächer. An diesem Tiere besonders machte ich noch folgende Beobachtungen (die aber auch für die anderen Muscheln gelten): Durchgang der Lichtstrahlen durch konzentrierte Alaunlösung schwächt ihre Wirkung auf die Muscheln nicht ab, Rubinglas hebt sie fast völlig auf; Lösungen

1) Die Auster schließt bei Beschattung plötzlich ihre Schalen.

von Pikrinsäure und Kaliumbichromat schwächten die Lichtwirkung wenig, auch schwefelsaures Kupferoxydammoniak nur in starker Lösung deutlich. Verhältnismäßig stark abgeschwächt war die Reaktion, wenn die Tiere von Licht getroffen wurden, das Fluoresceïnlösung passirt hatte.

Zur Belichtung verwandte ich diffuses Tageslicht, wie es im Zimmer herrschte, Sonnenlicht nur ganz ausnahmsweise. Es genügen schon sehr geringe Aenderungen der Helligkeit, auch im Sinne der Zunahme derselben, um Reaktion (bei *Psammobia*) auszulösen.

Bei den meisten Muscheln war die Empfindlichkeit für photoskioptische Eindrücke gesteigert, wenn ich das Wasser etwas erwärmte (auf 20—22° C). Fernhalten aller Erschütterungen ist erste Bedingung für gutes Gelingen der Versuche.

Zoologische Station Neapel. April 1894.

Ueber die Winterfauna einiger Gewässer der Oberrheinebene. Mit Beschreibungen neuer Protozoën.

Von **Robert Lauterborn.**

(Aus dem zool. Institut der Universität Heidelberg.)

Um ein möglichst vollständiges Bild der Winterfauna unserer heimischen Gewässer zu gewinnen, unterzog ich im Laufe des verflossenen Winters einige Altwasser des Rheins sowie mehrere Teiche und Tümpel der Umgebung von Ludwigshafen a. Rh. einer eingehenden und regelmäßigen Untersuchung. Als Resultat ergab sich überall das Vorhandensein einer an Arten und teilweise auch an Individuen sehr reichen Tierwelt, sowohl im Schlamme am Grunde der Gewässer als auch in den freien Wasserflächen unmittelbar unter der Eisdecke.

Am Boden konzentriert sich das niedere Tierleben im Winter vorzugsweise auf die ausgedehnten Diatomeen-Rasen, welche sich in den Altwassern sowie an ruhigeren Stellen des freien Rheines gerade um diese Jahreszeit besonders üppig zu entwickeln pflegen. Bei der sehr beträchtlichen Anzahl der hier vorkommenden Arten muss ich von einer auch nur einigermaßen erschöpfenden Aufzählung an dieser Stelle Abstand nehmen; ich beschränke mich darauf einige jener Formen aufzuführen, welche als regelmäßige Begleiter der Diatomeen-Rasen für diese besonders charakteristisch sind. Es sind dies in erster Linie folgende: ***Rhizopoda:*** *Amoeba proteus aut.* zu vielen tausenden, in den Kulturen die Oberfläche des Schlammes mit einem grauen Staube bedeckend; *Gromia mutabilis* Bail. sehr häufig. ***Heliozoa:*** *Actinosphaerium*, *Actinophrys* sehr zahlreich. ***Flagellata:*** *Euglena*, *Phacus*, *Trachelomonas*, *Eutreptia viridis* Perty, *Peranema trichophorum* Ehrb., *Urceolus Alenitzini* Mereschk. häufig, *Hymenomonas roseola* Stein sehr häufig, *Anisonema grande* Ehrb. sehr häufig, *Glenodinium aerugi-*

nosum Stein häufig, dann *Chroomonas Nordstedtii* Hansg. sehr häufig etc. ***Ciliata:*** *Prorodon teres* Ehrb., *Prorodon farctus* Clap. L. spec., *Frontonia leucas* Ehrb., *Lionotus vermicularis* Stokes sehr häufig im Rhein, *Pleuronema Chrysalis* Ehrb. etc. ***Rotatoria:*** *Diaschiza semiaperta* Gosse sehr häufig, *Notholca heptodon* Perty, *N. labis* Gosse, *N. striata* Ehrb. sehr häufig, letztere drei Arten auch im freien Wasser. ***Crustacea***: *Macrothrix laticornis* Jur., *Ilyocryptus sordidus* Liévin, *Ilyocryptus acutifrons* Sars. ***Tardigrada***: *Macrobiotus macronyx* Duj. sehr zahlreich mit Eiern.

Unter den Mitgliedern der aus Protozoën, Rotatorien und einigen Crustaceen bestehenden „pelagischen" oder „limnetischen" Fauna traten einzelne Formen in ganz riesigen Massen auf und zwar gleichzeitig an ganz verschiedenen Oertlichkeiten, die mehrere Kilometer auseinander liegen. Unter den Protozoën zeichneten sich nach dieser Richtung hin *Peridinium bipes* Stein und besonders *Synura uvella* Ehrb. aus, letztere von Februar ab allenthalben in reichlichster Cystenbildung[1]). Mit Einschluss dieser dominierenden Formen fanden sich von Ende November bis Februar noch folgende Arten im freien Wasser (Temp. + 2° C bis + 5° C) vor:

Protozoa[2]).

Volvox minor Stein	Einzeln; viel häufiger im Sommer.
Eudorina elegans Ehrb.	Nicht selten; von März ab zahlreicher.
Synura uvella Ehrb.	Ueberaus häufig; besonders in den Teichen. Cysten von Februar ab.
Mallomonas spec.	In Altwassern und Teichen nicht selten.
Uroglena volvox Ehrb.	Nicht selten.
Dinobryon sertularia Ehrb.	Häufig.
Dinobryon stipitatum Stein	
Peridinium tabulatum Ehrb.	Nicht selten.
Peridinium bipes Stein	Sehr zahlreich in Teichen und Lehmgruben.
Peridinium spec.	Ziemlich häufig in Teichen.
Gymnodinium tenuissimum n. sp.[3])	Nicht selten im freien Wasser eines Teiches bei Maudach, Dezember und Januar.

1) Bei der Cystenbildung scheidet jedes Individuum einer Kolonie innerhalb seiner Hülle eine kugelförmige, mit einer sehr kleinen rundlichen Oeffnung versehene Cystenmembran aus. Die Cystenhaut ist sehr stark verkieselt wie diejenige von *Dinobryon* und *Mallomonas*.

2) Mit der nachfolgenden Liste der auch im Winter ausdauernden Protozoën und Rotatorien vervollständige ich die Angaben, welche ich über denselben Gegenstand in meiner früheren Arbeit: „Ueber Periodicität im Auftreten und in der Fortpflanzung einiger pelagischer Organismen des Rheins und seiner Altwasser". (Verhandl. d. Naturhist. med. Vereins Heidelberg, N. F., V. Bd., (1893) 1. Heft) gemacht habe.

3) Die Beschreibung der neuen Arten folgt am Schlusse dieser Arbeit.

Holophrya nigricans n. sp.	Nicht selten in Teichen bei Maudach und Ludwigshafen.
Disematostoma Bütschlii n. g. n. sp.	Wie vorige.
Nassula ornata Ehrb.	Häufig in einem Teiche bei Maudach.
Didinium nasutum O. F. M. *Didinium Balbianii* Bütschli	Den ganzen Winter über recht häufig in mehreren Teichen.
Lembadion bullinum Perty	Einzeln in Teichen.
Codonella cratera Leidy spec.	In Altwasser und Teichen ziemlich häufig.
Tintinnidium fluviatile Stein	Ziemlich häufig in Altwassern, seltener in Teichen.
Condylostoma Vorticella Ehrb.	In mehreren Teichen nicht selten.
Bursaridium Schewiakowii n. g. n. sp.	Einzeln in mehreren Teichen.

Rotatoria.

Asplanchna priodonta Gosse	Nicht selten, besonders in den Altwassern.
Sacculus viridis Gosse	Vereinzelt in mehreren Teichen.
Synchaeta pectinata Ehrb.	Nicht selten in Altwassern und Teichen.
Synchaeta tremula Ehrb.	Mit voriger, noch häufiger.
Polyarthra platyptera Ehrb.	Häufig in Altwassern und Teichen.
Triarthra longiseta Ehrb.	Wie vorige Art.
Triarthra breviseta Gosse	In einem Teiche bei Maudach; von Ende Januar ab mit Dauereiern.
Rhinops vitrea Hudson	Ziemlich häufig in einem Teiche bei Maudach; Dauereier von Februar ab.
Notops hyptopus (Ehrb.)	In einem Teiche bei Ludwigshafen nicht selten.
Hudsonella pygmaea (Calm.)	Einzeln in Altwassern und Teichen; im Sommer viel häufiger.
Brachionus pala Ehrb.	Sehr häufig in einem Teiche bei Maudach.
Brachionus angularis Gosse	In Altwassern und Teichen nicht selten.
Anuraea cochlearis Gosse	Sehr häufig in allen Gewässern.
Anuraea aculeata Ehrb.	Wie vorige Art.
Notholca heptodon Perty	Meist einzeln in Altwassern und Teichen.
Notholca longispina Kell.	In den Altwassern nicht selten.

Notholca striata[1]) (Ehrb.)	Häufig in Altwassern und Teichen.
Notholca acuminata[1]) (Ehrb.)	Wie vorige.
Notholca labis Gosse	Nicht selten in Altwassern u. Teichen.

Crustacea.

Bosmina[2]) *cornuta* Jur.	Recht häufig in Altwassern u. Teichen.
Cyclops[3]) sp.	Sehr häufig, besonders in Altwassern.
Diaptomus[3]) sp.	

Wie sich aus vorstehender Zusammenstellung ergibt, ist die Art- und Individuenzahl der auch im Winter ausdauernden Protozoën und Rotatorien eine sehr beträchtliche. Unter den Protozoën finden sich mehrere, meist neue Formen, welche ich bis jetzt nur in der kälteren Jahreszeit angetroffen habe, doch ist es mir sehr wahrscheinlich, dass sich einige derselben auch noch in den wärmeren Monaten nachweisen lassen werden. Von den Rotatorien dagegen ist mir noch keine Art bekannt geworden, deren zeitliches Vorkommen ausschließlich auf den Winter beschränkt wäre, wenn sich auch nicht verkennen lässt, dass einzelne Species — so z. B. sämtliche *Notholca*-Arten — in der kälteren Jahreszeit bei uns entschieden etwas häufiger sind als sonst. Alle oben aufgezählten Rädertiere finden sich mehr oder weniger häufig auch in der wärmeren Jahreszeit vor und qualifizieren sich dadurch als ausgesprochen eurytherme Tiere, die im Laufe eines Jahres Temperaturen von + 2° C (Dezember und Januar) bis + 27° C (im August im Altrhein bei Neuhofen) ausgesetzt sind und dabei sich zu allen Zeiten lebhaft vermehren — ein Umstand, der natürlich auch für eine ausgedehnte Verbreitung in horizontaler und vertikaler Richtung über weite Gebiete hin von einer nicht zu unterschätzenden Bedeutung ist. Daneben gibt es unter ihnen aber auch einige wirkliche „Sommerformen", die mit der wärmeren Jahreszeit erscheinen und verschwinden; bei uns sind es besonders folgende:

Floscularia mutabilis Bolt.	*Chromogaster testudo* Lauterb.
Mastigocerca setifera Lauterb.	*M. capucina* Zach. et Wierz.
Schizocerca diversicornis v. Dad.	*Gastroschiza flexilis* Jägersk.
Pedalion mirum Huds.	*Pompholyx sulcata* Hudson.

Es wäre gewiss nicht ohne Interesse, festzustellen, wie sich die genannten Arten in andern Gegenden verhalten. Von Protozoën kenne ich in meinem Untersuchungsgebiete bis jetzt eigentlich nur eine

1) *N. striata* und *N. acuminata* sind durch zahlreiche Uebergänge mit einander verbunden; auch *N. labis* dürfte in diesen Formenkreis gehören.

2) *Bosmina* ist in unseren Altwassern keineswegs „acyklisch", da ich ♂♂ und Dauereier während dreier Beobachtungsjahre regelmäßig im Mai und Juni, sowie ein zweites Mal im November in verschiedenen Gewässern fand! Näheres darüber später.

3) Die Arten sind noch nicht genauer bestimmt.

typische limnetische „Sommerform“, und diese ist *Ceratium hirundinella* O. F. M. —

Zum Schlusse lasse ich in systematischer Reihenfolge die Beschreibungen der neuen Gattungen und Arten von Protozoën folgen, die ich bei Gelegenheit meiner faunistischen Studien im Winter 1893/94 aufgefunden habe. Eine eingehende Schilderung der Nova sowie Abbildungen hoffe ich in Bälde an anderer Stelle geben zu können.

Flagellata.

Monadina.

1) *Bicosoeca socialis* nov. spec.

Bildet freischwimmende, aus nicht sehr zahlreichen Individuen bestehende Kolonien. Einzeltiere von ungefähr ovaler Gestalt, mit einem etwa körperlangen „Stiele“ in zylindrischen, hinten bauchig erweiterten, hyalinen und stiellosen Gehäusen befestigt; letztere an der Basis mit einander zusammenhängend. Das Vorderende mit einem undeutlichen, kragenartig vorspringenden protoplasmatischen Saume, der an der einen Seite etwas höher ist als an der anderen. Im Inneren ein bläschenförmiger Nukleus mit Nukleolus; hinten eine kontraktile Vakuole. Der kontraktile „Stiel“ verläuft am Körper der Monade anscheinend in einer Art Rinne bis in die Nähe der Insertionsstelle der langen vorderen Geißel und immer auf derselben Seite wie diese; sein ganzes Verhalten spricht dafür, dass er nichts weiter ist als eine modifizierte zweite Geißel (etwa vergleichbar der sog. „Schleppgeißel“ verschiedener Heteromastigoden z. B. *Anisonema*!), welche auf dem Wege der Arbeitsteilung die Befestigung des Flagellatenkörpers übernommen hat[1]).

Länge der Einzeltiere . . . . . 0,010 mm,
Durchmesser der Kolonie ungefähr 0,060 mm.

Fundort: Ein Teich bei Maudach, nicht häufig im Dezember.

Ich fand vorstehende Art bis jetzt nur freischwimmend. Die Möglichkeit, dass die gefundenen Kolonieen vielleicht nur losgelöste Trauben einer festsitzenden Form sind (wie Aehnliches bei *Anthophysa* öfters vorkommt), ist nicht vollständig auszuschließen, doch ist mir dies sehr unwahrscheinlich.

Choanoflagellata.

2) *Sphaeroeca*[2]) *Volvox* nov. gen. nov. spec.

Bildet freischwimmende, kugelförmige Kolonieen, deren gestielte Einzeltiere in beträchtlicher Zahl radial in eine Gallertkugel eingebettet sind. Körpergestalt rundlich-birnförmig, hinten zugespitzt.

---

1) Ganz ähnliche Verhältnisse dürften auch bei der gewöhnlichen *Bicosoeca lacustris* J. Cl. vorliegen.

2) Von *σφαῖρα* Kugel, *οἰκέω* ich bewohne.

Stiele von etwa doppelter Länge des Körpers, im Zentrum nicht zusammenhängend. Kragen ziemlich hoch, vorn nur wenig erweitert; Geißel sehr lang, oft die fünffache Körperlänge erreichend. Nukleus bläschenförmig mit deutlichem Nukleolus; kontraktile Vakuole am Hinterende.

Durchmesser der Kolonien 0,120—0,200 mm,
Länge der Einzeltiere . . 0,008—0,012 mm (ohne Kragen).

Fundort: Ein Teich bei Maudach, ziemlich häufig im Februar; meist auf der Oberfläche des Schlammes dahinrollend.

Die Gattung *Sphaeroeca* unterscheidet sich von allen andern Choanoflagellaten dadurch, dass die Einzeltiere zu Gallertkugeln vereinigt sind, welche sich wie *Uroglena volvox* Ehrb. rotierend fortbewegen. Im Inneren der Kolonieen leben fast konstant einige runde grünliche Algen oder Chrysomonadinen.

Isomastigoda.

3) *Mesostigma*[1]) *viride* nov. gen. nov. spec.

Körper klein, bohnenförmig oder oval, abgeplattet, mit etwas konkaver Bauchseite; umgeben von einer sehr dünnen, zart gestreiften, am Rande punktiert erscheinenden Hülle. Chromatophor grün, bandförmig, sich längs des Körperrandes hinziehend, an dem Vorder- und Hinterende etwas verbreitert und hier je ein Amylonkorn umschließend. Zwei gleichlange Geißeln, die nicht am Vorderende, sondern auf der Ventralseite zwischen Vorderende und dem in der Mitte des Körpers gelegenen Stigma entspringen. Das letztere recht ansehnlich, von ziegelroter Farbe. Gewöhnlich zwei kontraktile Vakuolen, in der Nähe der Insertionsstelle der Geißeln. Nukleus bläschenförmig mit deutlichem Nukleolus, hinter dem Stigma gelegen.

Länge 0,018 mm, Breite 0,014 mm, Stigma 0,003 mm lang.

Fundort: Im diatomeenreichen Schlamme des Altrheins bei Roxheim und Neuhofen in 5 m Tiefe; auch unter *Ulothrix*-Rasen am Ufer, immer einzeln. Februar.

Mesostigma ähnelt in Gestalt sowie durch das bandförmige, sich längs des Körperrandes hinziehende Chromatophor am meisten der Gattung *Nephroselmis* Stein, doch besitzt letztere zwei in der Einbuchtung des nierenförmigen Körpers entspringende Geißeln und ein olivenbraunes Chromatophor, während bei *Mesostigma* die Geißeln zwischen Stigma und Vorderende entspringen und das Chromatophor eine rein grüne Färbung besitzt. Außerdem fehlt *Nephroselmis* die zarte Hülle sowie das große zentrale Stigma. Ueber die systematische Stellung der neuen Gattung bin ich noch nicht ganz ins Klare gekommen; die meisten Beziehungen scheint *Mesostigma* zu den *Chlamydomonadina* zu haben.

---

1) Wegen des in der Mitte des Körpers gelegenen großen Stigmas.

Dinoflagellata.

4) *Gymnodinium tenuissimum* nov. spec.

Körper rundlich, scheibenförmig, da dorsoventral sehr stark abgeplattet, dazu noch im Durchschnitt wellenförmig gebogen. Querfurche in der Mitte des Körpers mit schwach rechtsschraubigem Verlaufe. Vordere Körperhälfte gleichmäßig abgerundet, hintere oft etwas unregelmäßig. Chromatophoren sehr zahlreich, gelb-bräunlich.

Größe 0,066 mm lang, 0,060 mm breit.

Fundort: Ein Teich bei Maudach, im freien Wasser während der kältesten Jahreszeit.

Bei vorliegender Art erreicht die dorso-ventrale Abplattung des Körpers unter allen Süßwasser-Peridineen den höchsten Grad und dürfte darum die sehr auffallende Form durch die oben angegebenen Merkmale sich leicht wieder erkennen lassen.

Ciliata.

5) *Holophrya nigricans* nov. spec.

Körper ellipsoidisch oder fast kugelförmig, vorn etwas abgestutzt. Mund terminal, grubenförmig eingesenkt, erweiterungsfähig, mit ziemlich deutlich längsgestreiftem Schlund. Scheidung im Ektoplasma und Entoplasma deutlich, Kortikalplasma mit zahlreichen Trichocysten. Makronukleus ellipsoidal, etwas eingebuchtet, mit anliegendem Mikronukleus. Kontraktile Vakuole am Hinterende. Farbe grau bis schwärzlich.

Körperlänge 0,110—0,180 mm; Breite 0,100—0,150 mm.

Fundort: In mehreren Teichen um Ludwigshafen, vom November bis in den März nicht selten; im freien Wasser.

Die vorliegende Form bietet (ebenso wie die folgende) sehr interessante Verhältnisse bezüglich ihrer Körperstreifung und Cilienanordnung dar. Die Körperstreifung ist regulär, d. h. die Cilienreihen verlaufen in meridionaler Richtung von einem Pole zum andern. Zwischen diesen Cilienreihen verlaufen daneben noch sehr deutlich ausgeprägte Längslinien, welche bei hoher Einstellung hell, bei tieferer dunkel erscheinen; dieselben stehen unter einander durch kurze Querlinien (mit gleichen optischen Eigenschaften) in Verbindung, und zwar so, dass zwischen je zwei in meridionaler Richtung aufeinanderfolgenden Cilien sich eine Querlinie erstreckt. Auf diese Weise kommt auf dem Ciliatenkörper ein ausgesprochenes gitterförmiges Oberflächenrelief zu stande, wobei jede einzelne Cilie inmitten eines kleinen allseitig begrenzten „Cilienfeldes“ entspringt. Aus der Untersuchung des optischen Durchschnittes am Rande geht weiterhin noch hervor, dass die Begrenzungslinien der Cilienfelder leistenartig vorspringen und somit jedes Cilienfeld die Gestalt eines flachen Kästchens besitzt, auf dessen Boden sich in der Mitte die Cilie erhebt.

Ein näheres Eingehen auf diese interessanten Verhältnisse ist ohne Beigabe von Abbildungen nicht gut möglich; ich verspare mir dies auf eine spätere Gelegenheit. Doch möchte ich nicht zu bemerken unterlassen, dass erneute Untersuchungen der Körperstreifung und Cilienanordnung anderer Infusorien unter Anwendung guter Apochromate auch hier vielfach eine ähnliche Ausbildung des Oberflächenreliefs ergeben dürften.

6) *Disematostoma*[1]) *Bütschlii* nov. gen. nov. spec.

Gestalt des Körpers ungefähr birnförmig, hinten verschmälert und abgerundet. Mund groß, länglich oval, etwa ein Drittel der Körperlänge einnehmend, auf der Bauchseite in einiger Entfernung vom Vorderende gelagert. Am linken Mundrande eine ansehnliche zart quergestreifte undulierende Membran, am rechten Mundrande eine zweite kleinere. Schlund nur schwach entwickelt. Körperstreifung sehr eigentümlich, scharf ausgeprägt: Die Streifen der Ventralseite konvergieren gegen eine Linie, welche am vorderen Pole mit einer cilienbekleideten Einsenkung beginnend sich gegen den Mund hinzieht, wobei die Streifen rechts vom Munde vorn sehr enge zusammenrücken und wellenförmig verlaufen, während diejenigen links vom Munde in breiteren Abständen gegen die erwähnte Linie stoßen. Auf der Dorsalseite konvergieren alle Streifen gegen eine Reihe hintereinander angeordneter, relativ großer polygonaler Felder, welche sich vom Hinterende des Körpers bis gegen die Mitte erstrecken. Die einzelnen Cilienfelder sehr deutlich und genau wie bei *Holophrya nigricans* gebaut. Scheidung in Ekto- und Entoplasma ausgeprägt, Kortikalplasma stark entwickelt, mit sehr zahlreichen ansehnlichen Trichocysten. Kern band- oder wurstförmig, meist in der vorderen Körperhälfte. Kontraktile Vakuole mit deutlichem Porus etwa in der Mitte des Körpers dorsal ausmündend. Unterhalb der cilienbekleideten Einsenkung am vorderen Pole eine Ansammlung von Körnchen. Zuweilen mit Zoochlorellen. — Bewegungen rasch.

Länge 0,140—0,155 mm; Breite 0,080—0,090 mm; Kortikalplasma 0,014 mm dick;

Trichocysten 0,010 mm lang, ausgeschnellt bis zu 0,060 mm lang.

Fundort: Mehrere Teiche bei Ludwigshafen, sowie bei Maudach im freien Wasser; den ganzen Winter über bis den März hinein nicht selten.

Disematostoma ist im System in der Nähe der Gattungen *Frontonia* und *Ophryoglena* einzureihen, von welch' beiden es sich besonders durch den Bau des Mundes sowie durch die sehr eigenartige Körperstreifung unterscheidet.

Ich gestattete mir der in mehr als einer Beziehung interessanten neuen Form den Namen meines hochverehrten Lehrers beizulegen, als

1) Von *δι-* zwei, *σῆμα* Fahne, *στόμα* Mund; wegen der zwei undulierenden Membranen an der Mundöffnung.

Zeichen meiner Dankbarkeit für die reiche Belehrung und Anregung, die mir von ihm stets zu Teil geworden ist. —

In Gesellschaft von *Holophrya nigricans* und *Disematostoma Bütschlii* kam während des Winters in mehreren Teichen um Ludwigshafen noch eine dritte neue Ciliatenform aus der Familie *Bursarina (Heterotricha)* in wenigen Exemplaren zur Beobachtung. Leider war es mir nicht möglich alle Organisationsverhältnisse dieses überaus zarten Infusors klarzulegen, da bei seiner großen Neigung zum Zerfließen eine mikroskopische Untersuchung mit den größten Schwierigkeiten verbunden war [1]). Die folgenden Angaben sind daher nur als vorläufige zu betrachten, doch dürften sie jedenfalls späteren Beobachtern ein sicheres Wiedererkennen ermöglichen.

Ich nenne das Tier

7) *Bursaridium Schewiakowii* nov. gen. nov. spec.

Der sehr hyaline Körper beutelförmig, vorn abgestutzt. Peristomfeld sehr ansehnlich, trichterförmig bis hinter die Körpermitte eingesenkt, im hinteren Abschnitte nach rechts abliegend. Ektoplasma sehr dick, stark radiär gestreift. Kern ellipsoidal, etwas eingebuchtet. Entoplasma war gewöhnlich erfüllt von groben Nahrungskörpern (hier meist *Peridinium bipes* Stein).

Größe etwa 0,250 mm.

Fundort: Im freien Wasser mehrerer Teiche bei Ludwigshafen und Maudach, vereinzelt im Winter.

Die vorliegende neue Gattung dürfte etwa in der Mitte stehen zwischen der langbekannten *Bursaria truncatella* O. F. M. und dem neuerdings von W. Schewiakoff [2]) beschriebenen *Thylakidium truncatum* Schew. aus Australien (Sidney). Von der ersteren unterscheidet sie sich hauptsächlich durch das rechtsgewundene Peristomfeld; von der letzteren, die ebenfalls ein rechtsgewundenes Peristomfeld besitzt, durch die viel beträchtlichere Größe desselben, sowie durch die mächtige Entwicklung des radiärgestreiften Ektoplasmas.

Ich benenne die Art zu Ehren meines verehrten Freundes, des Herrn Privatdozenten Dr. W. Schewiakoff, dessen reiche Erfahrungen auf dem Gebiete der ciliaten Infusorien auch meinen Studien bei mehr als einer Gelegenheit zu Gute kamen.

Ludwigshafen am Rhein, 29. April 1894.

---

1) Auch Fixieren in Osmiumsäure, Chrom-Osmium-Essigsäure, Sublimat etc., das bei den ebenfalls sehr zarten *Disematostoma* ausgezeichnete Resultate ergab, versagte hier.

2) W. Schewiakoff, Ueber die geographische Verbreitung der Süßwasserprotozoën. Mit 4 colorierten Tafeln und einer Weltkarte. Memoires de l'Académie Impériale des Sciences de St. Petersbourg, VIIe Série, Tome XLI, Nr. 8, 1893.

Max Fürbringer, Untersuchungen zur Morphologie und Systematik der Vögel, zugleich ein Beitrag zur Anatomie der Stütz- und Bewegungsorgane.

(Elftes Stück.)

Wenn auch im großen und ganzen die Scapula von geringerer taxonomischer Bedeutung als das Coracoid ist, so kann sie doch trotzdem mannigfach benutzt werden. Namentlich gibt das Acromion einen durchgreifenden Differentialcharakter zwischen den Carinaten und Ratiten ab, außerdem ist die Configuration und Größe desselben zur Unterscheidung der einzelnen Carinaten nicht ganz bedeutungslos. Auch die Dimensionen und verschiedenen Detailstructuren der Scapula bilden teilweise resp. für gewisse Familien taxonomisch verwertbare Merkmale. Größere Wichtigkeit ist der Ausbildung des hinteren Endes dieses Skelettstückes beigelegt worden, es hat sich aber herausgestellt, dass auch dieser Charakter höchstens zur Kennzeichnung von Subfamilien verwendbar ist.

Wie die Scapula weist auch die Clavicula eine eigentümliche, aber nur mit Vorsicht zu gebrauchende Beschaffenheit auf; es scheint aber ein auf diesen Knochen gegründetes Differentialmoment zur Scheidung der Carinaten und Ratiten nicht vorhanden zu sein. Jedoch ist zu beachten, dass die beiden Claviculae bei den bekannten Ratiten nie zu einer einheitlichen Furcula sich vereinigen, andererseits aber auch Carinaten in bedeutender Anzahl existieren, welche voneinander getrennte Claviculae besitzen oder denen dieselben ganz fehlen. Uebrigens ist der Grad der Reduktion, welche die Furcula resp. Clavicula bei verschiedenen Carinaten erfährt, für die Systematik nicht ganz wertlos, weil gewisse Familien, wie die *Cariamidae*, *Fulicariae*, *Columbae*, *Psittaci*, *Striges*, *Alcedinidae* etc., mehr als andere zur Rückbildung dieses Skelettstückes neigen. Weitere taxonomische Merkmale bildet die Verbindung des dorsalen Endes dieses Knochens mit dem Coracoid und der Scapula und diejenigen des ventralen Endes mit dem Sternum. Die erstere (Verbindung mit Coracoid und Scapula) eignet sich z. B. sehr gut zur Abgrenzung vieler Familien voneinander. Auch nicht ganz gleichgiltig sind ferner die verschiedenen Dimensionen des in Rede stehenden Skelettstückes selbst; an erster Stelle ist die Dicke desselben, obgleich von der Größe und Flugfähigkeit des Vogels im hohen Grade abhängig, systematisch verwertbar. Dasselbe ist auch der Fall mit der Spannung, der frontalen und sagittalen Krümmung. Betreffs der speziellen Entfaltung der Furcula erweist sich vor allem die Configuration des vorderen dorsalen (Epicleidium) und des hinteren ventralen Endes (Hypocleidium) zur Charakterisierung gewisser Familien geeignet und wurde auch von W. K. Parker, Huxley, Gadow, Oustalet zu diesem Zwecke benutzt. Das Epiclei-

dium zeigt besonders bei *Fregata*, gewissen *Anseres*, den *Meropidae*, *Upupidae*, *Bucerotidae*, *Alcedinidae*, *Coliidae*, *Pici* etc. eine charakteristische Entwicklung, durch welche sich die oben aufgezählten Familien einerseits von anderen ihnen benachbarten trennen, andererseits aber auch manche verwandtschaftliche Beziehungen untereinander erkennen lassen. Das Hypocleidium ist ebenfalls durch sehr stark ausgeprägte Eigentümlichkeiten gekennzeichnet, wodurch insbesondere die *Tubinares*, *Pelargi* und *Accipitres*, die *Herodii* und gewisse *Fulicariae*, die *Galli* und *Opisthocomi*, die *Passeres* gut abgegrenzt werden. Auch die vordere Extremität bietet manches für die Systematik Verwertbare dar, insbesondere lassen sich ihre einzelnen Bestandteile gut dafür verwenden. Vor allem geben die gegenseitigen Größenverhältnisse der 3 Abschnitte, des Oberarms, Vorderarms und der Hand, bei maßvoller Benutzung gute Anhaltspunkte. Diese 3 Teile weichen nämlich betreffs ihrer Lage bei den meisten Vögeln sehr voneinander ab, vielfach jedoch repräsentiert der Vorderarm das längste Glied; dies ist namentlich der Fall bei den größeren *Laridae*, einigen größeren *Tubinares*, *Pelecanus*, den *Pelargo — Herodii*, *Grus*, *Otis*, den *Accipitres*, *Striges* etc., die Hand dagegen bildet das längste Glied bei *Spheniscus*, den meisten *Alcidae*, *Limicolae*, den kleineren *Laridae*, den meisten *Tubinares*, *Anseres*, *Columbae*, vielen *Coccygomorphae*. Der Oberarm endlich ist seiner Länge nach am besten entwickelt bei den *Colymbidae*, *Podicipidae*, *Fulicariae* und den meisten *Galli*. Aus diesen eben angeführten Thatsachen ergibt sich, dass beispielsweise bei den *Laridae*, *Tubinares*, *Anseres*, *Passeres* u. a. größere Verschiedenheiten bezüglich der einzelnen Abschnitte vorkommen. Dieses Missverhältnis zwischen den einzelnen Flügelteilen tritt bei einigen anderen Vögeln in noch viel ausgeprägterem Maße auf, so namentlich bei den *Makrochires* und Ratiten. Bei den ersteren übertrifft die Länge der Hand diejenige des Ober- und Vorderarms, bei den letzteren ist der Humerus ebenso lang oder noch länger als der Vorderarm und die Hand zusammen. Eine große Anzahl Autoren hat die Länge des Oberarms für die systematische Einteilung der Vögel benutzt; aus einer Tabelle (Tab. XXXVII S. 814 und 75), welche F. seinem Werke beigegeben hat, ist aber zu ersehen, dass Messungen dieses Skelettstückes bei manchen Abteilungen, wie z. B. bei den *Impennes*, *Laridae*, *Galli*, *Psittacidae*, *Makrochires*, *Pici* etc., wohl ziemlich eng geschlossene Zahlenreihen ergeben, bei anderen Gruppen aber sehr beträchtliche Verschiedenheiten und sogar bedeutende individuelle Variierungen zum Vorschein kommen. Handelt es sich vollends darum, die Verwandtschaften verschiedener Familien untereinander zu bestimmen, so ist die Länge des Humerus noch weniger verwendbar. Andrerseits bietet aber seine allgemeine Gestalt, seine Pneumaticität und spezielle Konfiguration (Größe des Proc. lateralis, Gestalt und Neigung der

Crista lateralis, Entwicklung des Proc. medialis, Auftreten des Proc. supracondyloideus lateralis etc.) manches Verwertbare.

Ein noch geringerer systematischer Wert als der Oberarmlänge ist der Länge des Vorderarms beizulegen, weil dieses Skelettstück eine sehr peripherische Lage einnimmt und infolgedessen äußeren Einwirkungen ganz besonders ausgesetzt ist. Auch das Größenverhältnis zwischen Radius und Ulna wechselt keineswegs selten, wobei die an und für sich kräftiger entwickelte Ulna als Folge der Anpassung an die geringere oder größere Entfaltung der Schwungfedern 2. O. meist innerhalb weiter Grenzen sich bewegende Schwankungen aufweist. Betreffs der Bedeutung der Hand für die Systematik kam F. im Laufe seiner Untersuchung zu der Ueberzeugung, dass sie sowohl als Ganzes, als auch in ihren einzelnen Teilen Charaktere zeigt, welche vielfach eine Unterscheidung verschiedener Familien ermöglichen; aber auch mehr oder weniger durch sekundäre von den Verwandtschaftsverhältnissen unabhängigen Anpassungen beeinflusst werden. Größeren oder geringeren systematischen Wert haben ferner noch die verschiedenen Gelenkkonfigurationen an der vorderen Extremität und die mannigfachen zu den Kapselbändern in Beziehung stehenden Sesamkörper (Humero-capsulare, Patella ulnaris, Epicarpum etc.). Allerdings will F. dabei weniger auf die gewebliche Ausbildung der einzelnen Körper (ob Bindegewebsverdickung, Faserknorpel, Hyalinknorpel, Knochen) und mehr auf das Wie ihrer spezielleren Anordnung nach Lage und sonstigem Verhalten Gewicht gelegt wissen.

Auch das Becken der Vögel ist von verschiedenen Anatomen eingehend berücksichtigt worden (so z. B. von Owen, Eyton, A. Milne-Edwards, Selenka, Gegenbaur, Huxley etc.). Obwohl es dabei auch für taxonomische Zwecke verwertet wurde — Merrem versuchte dies zuerst speziell mit dem Oslium — so steht doch im ganzen die bisherige verwandtschaftliche Ausbeute auf Grund der Kenntnis dieses Skelettstückes derjenigen nach, welche aus Brustbein und Brustgürtel gewonnen wurden. Jedoch ist F. der Ansicht, dass trotzdem der Wert dieses Knochens für die Systematik sich als ein sehr bedeutender erweisen wird, wie ja auch Gegenbaur's und Mivart's Darstellungen schon erkennen lassen. Betreffs des Oslii herrscht bekanntlich eine große Mannigfaltigkeit in seiner Ausdehnung und Verbindung mit der Wirbelsäule. Namentlich war es Gegenbaur, der durch seine Untersuchungen den verschiedenen Wert des praeacetabularen und postacetabularen Abschnittes genau festgestellt und auf die sekundäre Bedeutung der höheren Entwicklung des ersteren und der größeren Ausdehnung des letzteren nach hinten hingewiesen. *Archaeopteryx* stellt durch sein mäßig verbreitertes Ileum in dieser Hinsicht die primitivste Stufe der Vögel dar, während die Ratiten, weil bei ihnen erhöhte Anforderungen an die Leistungsfähigkeit des

Beckens gestellt werden, eine höhere Stellung als die meisten Carinaten einnehmen. Huxley gebührt das Verdienst, festgestellt zu haben, dass betreffs des in Rede stehenden Beckenteiles eine schwer wiegende Uebereinstimmung zwischen Dinosauriern und Vögeln existiert. Bei manchen Vögeln, wie z. B. bei *Hesperornis*, *Spheniscus* etc., scheint die vollkommene Anchylosierung des Ilii mit dem Sacrum zu unterbleiben, bei einer größeren Reihe vollzieht sich dieser Prozess erst ziemlich spät. Auch die Art und Weise, wie sich die dorsalen Ränder des rechten und linken praeacetabularen Ileum zu einander und zu dem Sacrum verhalten (charakteristische Verteilung der Fovea, Sulcus, Cavum, Canalis ileo-lumbalis) ist wahrscheinlich von einiger taxonomischer Bedeutung; minder brauchbar dagegen wird in dieser Hinsicht das Verhalten des postacetabularen Abschnittes sein. Bei der Mehrzahl der Vögel verwächst bekanntlich das Os ischii hinten durch direkte Synostose resp. durch Verknöcherung der beide verbindenden Bandmasse mit dem postacetabularen Abschnitte des Ilium. Diese Verbindung ist jedoch eine ganz sekundäre, denn sie tritt erst in späteren Stadien der Ontogonie auf und fehlt noch den paläontologischen Vögeln (*Archaeopteryx*, *Ichthyornithes*, *Hesperornithes*, der Mehrzahl der Ratiten und den *Crypturidae*. *Rhea* nimmt infolge der symphytischen, bei älteren Exemplaren sogar synostotischen Vereinigung der Ossa ischii beider Seiten eine besondere Stellung unter den bekannten Vögeln ein und erinnert an die bei den Reptilien bestehende Symphysis ischiadica. Die ursprünglich distale Verbindung des Pubis und Ischium der Wirbeltiere ist bei den Vögeln (wie bei den meisten Sauropsiden) schon in sehr früher Zeit aufgegeben worden; bei allen bisher untersuchten Vogelembryonen lagen beide Skelettstücke unverwachsen nebeneinander; so bleibt es bei der Mehrzahl der Vögel auch zeitlebens; bei mehreren legen sich die beiden Knochen in größerer oder geringerer Ausdehnung dicht aneinander, bei anderen wieder treten partielle Synostosierungen auf (die aber niemals so ausgeprägt sind, dass beide Knochen nicht mehr zu unterscheiden wären). Im allgemeinen scheint es, als ob die losere der Verbindungen den paläontologisch älteren und primitiveren, die festere den höher stehenden Formen zukomme. Es finden aber von dieser Regel je nach Alter etc. so zahlreiche Ausnahmen statt, dass dieses Verhalten zwischen Pubis und Ischium zu taxonomischen Schlüssen, welche auf die tiefere und höhere Stellung der betreffenden Gattung Bezug haben sollen, nicht verwendet werden kann.

Eine besondere Bedeutung erlangt das Os pubis für die Beurteilung der genealogischen Beziehungen der Vögel zu den Reptilien. Bahnbrechend in dieser Hinsicht wirkte zuerst Huxley durch seine darauf bezüglichen Untersuchungen, außerdem trugen auch Hulke, Marsh, Dollo, Baur, Johnson, Vetter viel zur Klärung dieser

Frage bei. Bekanntlich ist bei den Vögeln mit Ausnahme des Straußes das vollkommen entwickelte Pubis descendent bis longitudinal nach hinten gerichtet, während bei allen lebenden Reptilien es sich in ascendenter oder ventraler Richtung nach unten erstreckt, wie dies auch bei den meisten fossilen Dinosauriern (mit Ausnahme der Stegosaurier und Ornithopoden) der Fall gewesen ist. Bei den beiden zuletzt genannten Gruppen, den Stegosauriern und Ornithopoden, hat das Os pubis die gleiche Länge wie bei den Vögeln, sie stehen deswegen diesen näher als alle anderen Reptilien, und mit Recht hat Huxley und andere Forscher darin nicht zu unterschätzende verwandtschaftliche Beziehungen zwischen Vögeln und diesen Dinosauriern erblickt. Auf der andern Seite muss aber auch berücksichtigt werden, dass diese Abteilungen der Sauropsiden das Gemeinsame eines für gewöhnlich aufrechten und auf die hinteren Extremitäten beschränkten Ganges haben. Von diesem Gesichtspunkte ausgehend und daneben auch noch andere Faktoren berücksichtigend, kommt F. zu der Ansicht, dass das gleiche Verhalten des Pubis bei den stegosauren und ornithopoden Dinosauriern und den Vögeln nicht ohne die Ausbildung der gleichen Funktionen zu denken ist, in der Uebereinstimmung des Pubis dieser Abteilungen sich Convergenz-Analogie und Homologie verbindet und die letztere für die Verwandtschaft beider nicht ohne jede Bedeutung ist.

Eine allgemeinere systematische Verwendung als die vordere Extremität hat die hintere gefunden, denn sie zeigt namentlich im distalen Bereiche in ihrem osteologischen Verhalten außerordentlich charakteristische Züge, welche schon bei einer rein äußerlichen Betrachtung eine leichtere Abschätzung und Messung der einzelnen Abschnitte gestatten als irgend eine andere Region des Knochensystems. Daher ist es auch erklärlich, dass die Systematik schon sehr früh ihre Aufmerksamkeit dieser Region zugewendet. Jedoch ist nicht unberücksichtigt zu lassen, dass innerhalb eng geschlossener Gruppen mannigfache Variierungen und Abweichungen sich geltend machen und aus diesem Grunde bei der Verwertung dieser Untersuchungsresultate mit nicht geringer Vorsicht vorgegangen werden muss. In erster Linie gilt diese Maßregel für die Lage der hinteren Extremität selbst, denn dieselbe zeigt einen ganz außerordentlichen diesbezüglichen Wechsel (als Beispiel dafür seien die *Makrochires* auf der einen und die *Ratitae*, *Phoenicopteridae*, *Cariamidae*, *Gypogeranidae* etc. auf der anderen Seite angeführt), auch innerhalb der Familien und Gattungen.

Größerer systematischer Wert als der Lage der in Rede stehenden Extremität ist dem gegenseitigen Längenverhältnis der 4 einzelnen Abschnitte derselben, dem Oberschenkel, Unterschenkel, dem Lauf und den Zehen beizulegen, denn, wenn auch hier im einzelnen weitgehende Schwankungen keineswegs selten sind, so ist doch im allgemeinen die

Konstanz der gegenseitigen Verhältnisse eine große. Stets repräsentiert der Unterschenkel den längsten Abschnitt: bei den meisten Vögeln ist er $1^1/_4$ bis 2mal so lang als der Oberschenkel, nur bei wenigen, bei einzelnen *Falconidae*, *Cuculidae* und *Striges*, übertrifft er denselben im geringen Maße (um $^1/_5$—$^1/_4$), bei mehreren *Ratitae*, *Podiceps*, *Colymbus*, den *Procellariinae*, *Pelargi*, einigen *Limicolae* etc., ist er 2mal, bei *Hesperornis*, den *Oceanitinae*, *Phoenicopterus* etc., sogar 3mal länger als dieser. Seine Länge ist aber bei der Mehrzahl der Vögel auch bedeutender als die des Laufes ($^3/_4$—2mal so groß); nur wenig größer ist sie bei *Struthio*, *Casuarius*, *Dromaeus*, einzelnen *Limicolae*, 2—3mal soviel beträgt sie bei einer größeren Anzahl, z. B. bei *Archaeopteryx*, *Hesperornis*, *Apteryx*, *Dinornis*, *Ichthyornis*, mehreren *Impennes*, einigen *Alcidae* und *Anatinae*, den meisten *Psittaci*, vielen *Striges* etc., endlich 3—4fach so lang ist er bei einigen *Impennes*, *Fregata* und einzelnen *Psittaci*.

Der Oberschenkel zeigt zwar nur eine geringere Längenausdehnung (durch diese geringe Entwicklung stimmen die Vögel mit mehreren Dinosauriern, namentlich mit den *Camptonotidae* und mit *Compsognathus* überein), jedoch ergeben sich trotzdem bei Vergleichung seiner Länge mit der des Laufes ebenfalls sehr wechselnde Verhältnisse. Bald ist das eine Skelettstück, bald das andere größer, bald sind beide nahezu gleich; selten aber beträgt die Länge des Oberschenkels weniger als die Hälfte des Laufes (so beispielsweise bei *Phoenicopterus* und bei einigen *Limicolae*). Wie am Becken gibt es auch an der hinteren freien Extremität zahlreiche spezielle Berührungspunkte zwischen den Vögeln und den Dinosauriern, und zwar nicht nur zwischen den ersteren und den Stegosauriern und Ornithopoden, sondern auch zwischen den Vögeln und den anderen Abteilungen der Dinosaurier. Am Oberschenkel ist es (außer der geringen Länge dieses Skeletteiles, auf welchen Umstand schon im vorhergehenden hingewiesen wurde) hauptsächlich die rechtwinklige Stellung des Caput und Collum zu der des Corpus, die Uebereinstimmung in der Ausbildung der hinteren Crista des Condylus lateralis beider Abteilungen, die Pneumaticität u. a. m., welche Berührungspunkte zwischen Vögeln und Dinosauriern darbieten und als verwandtschaftliche Beziehungen mäßigen Grades zu betrachten sind. Betreffs des Unterschenkels war es bekanntlich Gegenbaur, welcher feststellte, dass sowohl dieses Skelettstück als auch der Fuß der Vögel im embryonalen Zustande noch reptilienartige Verhältnisse zeigt, dadurch zuerst auf die Verwandtschaft zwischen Dinosaurier und Vögel hinwies und die Wege angab, die andere Forscher behufs Klarlegung dieser Verhältnisse einzuschlagen haben. In der That hat auch namentlich Baur und Morte, den Vorschlag Gegenbaur's befolgend, sehr bemerkenswerte Resultate für die Ontogenie und vergleichende Anatomie des

Unterschenkels und Tarsus der Vögel geliefert. Der erste Forscher studierte hauptsächlich sehr eingehend das Schlankerwerden der Unterschenkelknochen während ihrer ontogenetischen Entfaltung und verglich damit die entsprechenden Bildungen der Dinosaurier im Laufe ihrer paläontologischen Entwicklung. Am Tibio-Tarsus ist es insbesondere die höchst mannigfaltig ausgebildeten Protuberantia, die proximalen Leisten, die Condylen des distalen Endes und die durch Verknöcherung des Lig. transversum entstandene Knochenbrücke über den Sehnen der Extensores etc., welche mit mehr oder weniger günstigem Erfolg systematische Verwertung gefunden haben. Die Bedeutung des Laufes (Tarsus-Metatarsus) für die Einteilung der Vögel schätzt Kessler, der neben Owen, Bianconi und Milne-Edwards über diesen Knochen sehr eingehende Untersuchungen angestellt hat, höher als diejenige aller übrigen Abteilungen der hinteren Extremität; namentlich sein ungemein charakteristisches Verhalten, die Dimensionen seines proximalen Endes, seiner Gelenkfortsätze für die Zehen, seiner Kanäle, Furchen, Leisten und Vorsprünge (vor allem des Hypotarsus (Huxley) scheinen ihm von ganz besonderer Wichtigkeit zu sein. Der Tarso-Metatarsus bildet in der Regel einen langen Knochen, dessen Länge die Breite um das 6—50fache übertrifft; bei einigen Arten ist jedoch dieses Missverhältnis minder groß, so ist er z. B. bei mehreren *Psittaci* und *Striges*, den *Caprimulgidae* nur 3—5mal breiter als lang, bei *Fregata*, *Nyctibius* und den *Impennes* wird er sogar recht beträchtlich breit (nur $1^1/_2$—2 resp. $2^2/_3$mal länger als breit). Mit der Verbreiterung geht vorzüglich bei den *Impennes* eine deutlichere Ausprägung der Furchen und Löcher zwischen den 3 Metatarsalia Hand in Hand, in welchem Umstande jedoch F. im Gegensatz zu Owen, Gervais und Alix, Watson etc. hauptsächlich nur eine sekundäre Anpassung infolge veränderter Lebensweise erblickt. Schon seit lange ist auch das wechselnde Verhalten der Zehen für die Systematik vielfach verwendet worden, ja einzelne Forscher erblickten in demselben, allerdings nicht ganz mit Recht, wie sich herausgestellt hat, ein Hilfsmittel ersten Ranges. Die Zahl der Zehen scheint bei normaler Ausbildung stets 4 zu betragen; die erste derselben, mit dem beweglichen Metatarsus verbunden, ist die variabelste, denn sie fehlt einer großen Zahl der Vögel, z. B. *Struthio*, *Rhea*, den *Casuaridae*, *Alcidae*, *Rissa*, *Pelecanoides*, *Otitidae*, vielen *Limicolae* etc., sie gibt auch, jenachdem sie besser entwickelt oder mehr oder weniger zurückgebildet und in verschiedener Höhe angeheftet ist, das Hauptdifferentialmerkmal für den Pes gressorius und Pes cursorius von Reichenow ab. Seltener als die erste ist die 2. (z. B. bei *Alcyone*) und 3. Zehe reduziert. Im allgemeinen ist betreffs dieser Verhältnisse F. der Ansicht, dass die Zahl der Zehen in den meisten Fällen wohl als gutes Gattungsmerkmal dienen kann, aber als Familiencharakter in der Regel unbrauch-

bar ist. Aehnliches gilt auch für die Stellung der Zehen, dieselbe kann ebenfalls kein ausreichendes Charakteristicum zur Begründung größerer Abteilungen abgeben, ebenso ist die Länge der Zehen nur innerhalb enger Grenzen mit gutem Erfolge systematisch zu verwerten. Im gleichen Maße ist dies auch der Fall mit dem Längenverhältnis zwischen Mittelzehe und Lauf. Im Gegensatz dazu hat die Beschaffenheit der Zehen untereinander zur Abgrenzung verschiedener Gattungen und teilweise auch Familien sehr gute Dienste geleistet. Auch die Zahl und Größe der einzelnen Phalangen wurden vielfach für die Systematik verwendet, in der That zeigt auch die Länge und die Zu- oder Abnahme derselben bei vielen Gruppen ein charakteristisches Verhalten, das sehr oft mit den verwandtschaftlichen Beziehungen coincidiert, andererseits aber auch wieder nur durch sekundäre Anpassungen zu stande gekommen ist. Als ein gutes, aber wiederum nur in geringem Umfange verwendbares Merkmal hat sich ferner auch der Wechsel in der Größe der Phalangen derselben Zehe erwiesen. Endlich ist auch die Patella genu (Patella tibialis, Rotula) am Sesambeine des Kniegelenkes, mit dem der Insertionsteil des M. extensor cruris sich verbindet, in mancher Hinsicht von systematischem Wert.

Obgleich die Muskeln aus verschiedenen Gründen bis jetzt nicht in der Weise untersucht worden sind wie andere Teile des Vogelkörpers, so ist die Zahl der myologischen Veröffentlichungen trotzdem keine geringe. Allerdings fand eine speziell systematische Verwendung myologischer Ergebnisse bis vor kurzem nur vereinzelt statt; wenn auch Nitzsch, Sundevall und Jäger dies schon in beschränkter Ausdehnung thaten, so war Garrod der erste, welcher der Myologie als systematisches Merkmal einen bleibenden Platz in der Ornithologie erobert und sich dadurch unvergängliche Dienste erworben hat. Er wählte bei seinen Untersuchungen gewisse sich besonders dazu eignende Muskeln aus, dabei die hintere Extremität mehr als die vordere berücksichtigend, und untersuchte dieselben nach Möglichkeit durch alle Familien hindurch. Denselben Weg verfolgte auch Forbes, Haswell und Beddard. Andere Forscher hingegen, wie Alix, Gadow, Watson, Weldon, ließen allen Muskeln des Vogelkörpers oder denjenigen einer bestimmten Region eingehende Berücksichtigung zu teil werden, zogen aber nur ein beschränktes Material in den Kreis ihrer Untersuchungen.

Diese letzte Methode hat auch F. bei seinen Studien befolgt, und auch nur auf diese Weise allein kommt man nach seiner Ansicht zu natürlichen Grundlagen und zu einer höheren und ruhigen Abschätzung der größeren oder geringeren Bedeutung dieses oder jenes Muskels. Auf jedem Fall aber kann nach F.s Meinung auch die umsichtigste Methode nur dann zu richtigen taxonomischen Resultaten führen, wenn sie über ein sehr reiches und ausgedehntes Material verfügt.

Im folgenden sollen nun die hier inbetracht kommenden speziellen Verhältnisse etwas näher beleuchtet werden. Die Muskeln des Stammes und des Visceralskelettes haben trotz mancher erfolgreichen Arbeit (von Alix, Gervais, Magnus, Gadow, Watson) noch keine ausgedehnte systematische Verwendung gefunden.

Einzelne wichtige Charaktere bietet (z. B. bei den *Impennes*, *Steganopodes*, *Anseres*, *Alcedinidae* etc.) der M. biventer cervicis, (bei *Steganopodes*, *Herodii*) der M. spinatus, der M. longus coli, ferner (bei den *Picidae*, *Nectariniinae* und *Musophaginae*) die Zungenmuskeln, die Bauch- und Kiefermuskulatur und endlich auch zum Teil die Rumpfmuskulatur der schon näher bezeichneten Gegenden des Vogelkörpers dar, doch sind noch zahlreiche umfassende Untersuchungen anzustellen, ehe man für die Systematik einigermaßen brauchbare Ergebnisse erhalten wird.

In relativ viel ausgedehnterem Maße haben Untersuchungen der Muskulatur der vorderen und vor allen Dingen der hinteren Extremität stattgefunden. Weil nun die Muskeln der vorderen Gliedmaßen im Vergleich zu denen der hinteren nur von wenigen Forschern (Nitzsch, Sundevall, Jäger, Garrod und Forbes, Medon etc.) näher studiert worden sind und diese Region überdies bei allen Vögeln im großen ganzen eine gleichförmigere Struktur aufweist als die sekundären Anpassungen unterworfene hintern, aus diesem Grunde zu erwarten war, dass die vordere Extremität auch konstantere, die Verwandtschaftbeziehungen der größeren Gruppen reiner (d. h. von sekundären Anpassungen weniger verfälscht) wiedergebende Merkmale aufweisen würde und endlich, weil außerdem mehrfache Züge und Aberrationen der Schulter- und Brustmuskeln zur Haut und zu den Federfluren gerade diese Muskulatur in die nächsten Beziehungen zu denjenigen Organgebieten brachten, an welchem Nitzsch eine so hohe taxonomische Bedeutung nachgewiesen hat, — so schien F. eine genauere Durcharbeitung der Myologie der vorderen Extremität mit Rücksicht auf die Systematik sehr angezeigt zu sein. Die Ausführung des Planes bestätigte in ungeahntem Umfange F.s Erwartungen, denn er kam dadurch zu der Ueberzeugung, dass auf dem von ihm bearbeiteten Gebiete die Myologie zum Teil dasselbe, zum Teil sogar mehr leistet als die Osteologie und beide sich meist in wundervoller Weise ergänzen. Die Muskeln, die hauptsächlichsten Bildner der Skelettkonfiguration vom Brustbein, Brustgürtel und Flügel, geben uns erst das wahre Verständnis für die wechselnde Struktur derselben, außerdem bieten sie durchaus nicht selten innerhalb zusammengehöriger Gruppen infolge ihrer größeren Konstanz Erscheinungen dar, welche als Familienmerkmale ganz besonders geeignet sind. Weil aber jeder Muskel zahlreiche Charaktere nach Lage, Beziehung zu den Nachbargebilden, Ursprung und Insertion, Struktur, Faserrichtung, Verteilung der histologischen

Elemente etc. aufweisen muss, so darf die myologische Systematik nicht einseitig zu Werke gehen, es kommt nicht auf das Quantum sondern auf das Quale des Muskels an. Aus diesem Grunde dürfte auch diejenige Untersuchungsmethode, welche lediglich auf die Existenz oder Nichtexistenz der Muskeln das Hauptgewicht legt, nicht auf der Höhe der Leistungsfähigkeit stehen. Selbstverständlich ist der systematische Wert der verschiedenen Muskeln nicht immer der gleiche; aber es steht unzweifelhaft fest, dass, wie schon erwähnt, der Muskulatur der Vögel ein sehr hoher systematischer Wert zuerkannt werden muss und sie den allerbesten sonst bekannten taxonomischen Merkmalen zum mindesten gleichsteht.

Dr. F. Helm.

(Fortsetzung folgt.)

Leopold Auerbach, Ueber merkwürdige Vorgänge am Sperma von *Dytiscus marginalis*.

Sitzungsberichte der k. preuß. Akad. d. Wissensch. zu Berlin. — Sitzung der physik.-math. Klasse vom 23. März 1893, XVI.

Im Verlaufe seiner Untersuchungen über das tinktorielle Verhalten der Samenarten verschiedener Tiere gegen die von ihm angewandten Doppelfärbungen[1]) stieß Verf. bei dem Sperma des bekannten Schwimmkäfers *Dytiscus marginalis* auf eine Anzahl eigentümlicher Thatsachen. Es waren dies eine Reihe von Vorgängen, welche sich an den Spermien auf ihrem Wege durch den sehr langen Samenschlauch abspielen.

Die Spermien von *Dytiscus marginalis* entstehen aus Bildungszellen in wandständigen Samenfollikeln; sämtliche aus einem Follikel stammenden Spermien treten zu einem Bündel zusammen. Diese Spermienbündel zerfallen bald wieder vollständig zu Einzelspermien, welche auf das mannigfachste durch einander geraten und sich in vielfachen Verschlingungen zu einem Filze verwirren. In diesem Zustande treten sie in den Nebenhoden ein.

Jedes dieser Einzelspermien besitzt einen langen, abgeplatteten Kopf, ungefähr von der Form einer spitzen Messerklinge. Er besteht aus einem kyanophilen Axenteile und einer diesen umhüllenden, anfangs relativ dicken, erythrophilen Substanzlage, die am hinteren Ende des Kopfes mit dem aus ähnlicher Substanz bestehenden Schwanze zusammenhängt. Im Querschnitt erscheint der Kopf keilförmig. An seinen hinteren Rand, den Basalrand, schließt sich, bei Doppelfärbungen sehr deutlich abgegrenzt, der Schwanz. Derselbe ist über 800 μ lang, während die Länge des Kopfes nur 12—13 μ misst, und besteht aus

1) Siehe die Arbeiten des Verf. in den Sitzungsber. d. k. preuß. Akad d. Wissensch. zu Berlin, 1890 u. 1891, referiert in diesem Centralblatt, Bd. IX, Nr. 1 und Bd. XI, Nr. 23.

einem kürzeren, vorderen Teil, der ein plattes Band darstellt, und einem etwa sieben Mal so langem hinteren, drehrunden Teil, in welchen der erstere ohne scharfe Grenze übergeht. Den vorderen, bandförmigen Teil bezeichnet Verf. als die „Schwanzwurzel" und mit dem Kopf zusammen als „Vorderteil" des Spermiums. — Das einzelne Spermium stellt also ein bilaterales Gebilde dar, jedoch ist es asymmetrisch gebaut. Denn erstens ist die rechte Seite des messerklingenförmigen Kopfes ausgehöhlt, also quer konkav, die linke dagegen quer gewölbt, zweitens zeigt der Kopf eine Längskrümmung nach der einen von beiden Seiten und drittens erhebt sich hinten an der rechten, querkonkaven Seite des Kopfes neben der Mittellinie eine Längsrippe, die in der Mitte des Kopfes spitz beginnt, nach der Basallinie hin breiter und höher wird und über diese nach hinten noch weiter hinauswächst. Sie liegt alsdann als ein freier, steifer, haarförmiger Fortsatz neben der rechten Seite der Schwanzwurzel und ist halb so lang, wie der Kopf. Ihre Spitze ist anfangs gegen den ventralen, scharfen Rand der Schwanzwurzel hakenförmig umgebogen und reicht mit ihrem Ende noch etwas über diesen hinaus. Dieses ganze Gebilde bezeichnet Verf. als „Anker", seine am Kopfe angewachsene Hälfte als „Ankerwurzel".

In dieser bilateral-unsymmetrischen Form passieren die Spermien den ersten Abschnitt des Nebenhoden-Schlauches. In seiner mittleren Abteilung erscheint an den Spermien an der freien Spitze des Ankerhakens je ein Kügelchen von reichlich 1 μ Durchmesser. Dasselbe besteht aus erythrophiler Substanz, so dass nach den Doppelfärbungen die blaue Spitze des Ankers in einer roten Kappe zu stecken scheint, und stammt nach der Ansicht des Verf. wahrscheinlich aus dem Protoplasma des Kopfmassivs.

Jetzt folgt eine Lücke in der Beobachtungsreihe des Verf. — In der dritten, innersten Abteilung des Nebenhodens erscheinen nun auf einmal merkwürdige, zweigeschwänzte Gebilde von enormer Beweglichkeit und eigentümlich komplizierten Eigenbewegungen. Bei näherer Betrachtung entpuppen sich dieselben als durch Kopulation entstandene Doppelspermien. Das heißt: je zwei der vom Hoden hergewanderten Einzelspermien haben sich in ganz gesetzmäßiger Weise zu einem fest zusammenhängenden Paare aneinander gefügt. Die platten Köpfe der beiden Einzelspermien liegen immer mit ihren rechtsseitigen, den querkonkaven Flächen aneinander; ihre Ränder sind also entgegengesetzt gerichtet. Jedoch decken sie sich nicht vollständig, sondern genau wie die schneidenden Teile einer geschlossenen Scheere so, dass jederseits am Rückenrande jedes Kopfes ein schmaler Streifen von der Form eines schmalen, spitzwinkligen Dreiecks durch den andern Kopf nicht gedeckt wird. Dieser Streifen ist an der Basis so breit, dass eben noch die Ankerwurzel frei bleibt. Der durch die rechtsseitige Querkonkavität der beiden Köpfe bedingte bikonvexe Zwischenraum

ist mit erythrophiler Substanz ausgefüllt. Diese geringe Axendivergenz der Köpfe setzt sich jedoch nicht auf die Schwanzwurzeln fort. Dieselben ziehen vielmehr parallel neben einander hin und kommen nur in einem sehr schmalen, ventralen Streifen zur Deckung, der durch eine etwas dunklere Schattierung in der Mittellinie des Ganzen bemerkbar wird und sich auf ungefähr die ersten zwei Drittel der Länge der Schwanzwurzeln erstreckt. Die letzten Drittel erscheinen als zwei divergierende Schenkel, an welche sich jederseits der fadenförmige Teil des Schwanzes, als Schraubenspirale gewunden, anschließt. Die Enden des Ankers sind jetzt nicht mehr hakenförmig gekrümmt, sondern pfriemenförmig in der Längsrichtung gestreckt, und von den erythrophilen Ankerkugeln ist nichts mehr zu sehen.

Diese, also ganz platte Gebilde darstellenden Doppelspermien liegen meistenteils zu festen runden Samenklümpchen zusammengebart, so dass die betreffende Strecke des Samenschlauches infolge der ungleichen Füllung rosenkranzförmig gestaltet erscheint. Die kugeligen Klümpchen zeigen unter dem Mikroskope die vielen hundert Doppelspermien, aus denen sie bestehen, in ganz bestimmter Weise angeordnet, indem die Hauptmasse der Kugel durch die dicht verfilzten Schwanzfäden gebildet wird, während an der Oberfläche sämtliche Vorderteile der Doppelspermien, wie die Stacheln eines zusammengerollten Igels, radial ins Freie ragen. Diese sonderbare Aggregationserscheinung besteht jedoch nicht lange; die Knäule lösen sich bald wieder auf. Ebenso ist auch die Konjugation der Spermien nur eine vorübergehende; denn in der letzten Strecke des Nebenhodenschlauches, sowie im Receptaculum des Weibchens finden sich wieder nur Einzelspermien.

Auf welche Weise die eben beschriebene Konjugation zweier Einzelspermien zu stande kommt, hat Verf. nicht beobachtet; er vermutet nur, dass hierbei möglicherweise Pseudopodien eine Rolle spielen, welche vielleicht von jener Protoplasmaanhäufung an der Spitze des Ankerhakens ausgehen. — Hingegen macht Verf. genauere Angaben über die Vorgänge bei der Trennung der Konjugation, der sog. Dejugation der beiden Spermien. Dieselbe beginnt an den Schwanzwurzeln und schreitet von hinten bis an die Basis der Köpfe vor. Alsdann trennen sich die Köpfe, und zwar zunächst in ihrem mittleren Teile, so dass dazwischen ein bikonvexer Spalt entsteht und jeder einzelne Kopf eine leichte Längskrümmung erleidet. Dieselbe behält er auch noch bei, wenn sich schließlich auch die Vorder- und Hinterenden der Köpfe von einander gelöst haben. — Mit Ausnahme dieser leichten, rechtshonkaven Längskrümmung der Köpfe, sowie ferner der Graderstreckung der Ankerspitzen und des Verlustes der Ankerkugeln gehen also die Einzelspermien in genau demselben Zustande aus der Konjugation hervor, in welchem sie sich vor derselben befunden haben. — Was nun den Zweck dieser eigentümlichen Paarung anbelangt, so vermutet

Verf., dass hierbei ein „Stoffaustausch" stattfinde, d. h. „ein Ausgleich etwaiger Verschiedenheiten der Mischung und damit auch der vererblichen Qualitäten, als ein Mittel, die Variabilität einzuschränken und einen gewissen Grad der Konstanz der Art zu begünstigen".

Schon vor Auerbach wurde dieses interessante Auftreten von Doppelspermien bei *Dytiscus marginalis* von Ballowitz[1]), wie derselbe ausdrücklich hervorhebt[2]), beobachtet und kurz erwähnt, jedoch nicht genauer beschrieben. Einen ähnlichen Vorgang beobachtete auch, worauf Auerbach noch nachträglich hinweist[3]), Selenka beim *Opossum*[4]). **H. Kionka** (Breslau).

K. Hürthle, Beiträge zur Kenntnis des Sekretionsvorganges in der Schilddrüse.

(Aus dem physiol. Institut zu Breslau). — Pflüger's Archiv, Bd. 56, Heft 1.

Derselbe, Ueber den Sekretionsvorgang in der Schilddrüse.

Nach einem in der mediz. Sektion der Schles. Gesellsch. f. vaterländ. Kultur am 16. Januar 1894 gehaltenen Vortrage. — Deutsche mediz. Wochenschrift, 1894, Nr. 12, S. 267.

Bei seinen morphologischen Untersuchungen über den Bau der Schilddrüse gelangte Verf. im allgemeinen zu denselben Resultaten, welche schon die Untersuchungen von Biondi und Langendorff ergeben hatten. Jedoch konnte er dieselben in einigen Punkten vervollständigen, zum Teil auch korrigieren. — Nach diesen Untersuchungen stellt sich die Schilddrüse als eine „Drüse ohne Ausführungsgang" dar, die mit dem Körper nur durch Blut- und Lymphgefäße und durch Nerven in Verbindung steht. Die Drüse besteht aus kleinen, allseitig abgeschlossenen Bläschen, den Follikeln, welche mit Epithelzellen ausgekleidet sind und im Innern einen eigentümlichen, gallertigen Stoff enthalten, die sogenannte Kolloïdsubstanz. Zwischen den Follikeln verbreiten sich in zahlreichen Verzweigungen die Nerven und Blutgefäße und vor allem die Lymphbahnen, die überall mit den mit einer Endothelhaut ausgekleideten Spalträumen zwischen den einzelnen Follikeln in Verbindung stehen. Unter den Epithelzellen sind, wie schon Langendorff hervorhob, zwei Arten zu unterscheiden, Haupt- und Kolloïdzellen. Die Letzteren zeigen in ihrem Innern eine mehr homogene Beschaffenheit und ihr Zellleib verhält sich den Farbstoffen gegen-

1) Anat. Anzeiger, 1886, Bd. I, S. 374.
2) Anat. Anzeiger, Bd. VIII, S. 505.
3) Ebenda S. 627.
4) Selenka, Entwicklungsgeschichte des *Opossum*. Wiesbaden 1887.

über ebenso, wie die die Follikel ausfüllende Kolloïdsubstanz. Dieselbe ist also als ein Sekretionsprodukt der Epithelzellen aufzufassen. Zwischen den Hauptzellen und den Kolloïdzellen finden sich alle möglichen Uebergänge.

Was den Sekretionsvorgang anbelangt, so unterscheidet Verf. zwei Arten desselben: 1) Sekretbildung des Follikelepithels mit Erhaltung der Zellen und 2) Sekretbildung durch Untergang von Zellen. An der ersten Form der Sekretion sind alle Arten Kolloïdzellen beteiligt, zu denen Verf. auch die ganz niedrigen Epithelzellen mit Kolloïdsekretion rechnet, welche nach Langendorff dem Prozesse der „Schmelzung" angehören. — Bei dem Vorgange der Schmelzung des Epithels, der zweiten Form der Sekretbildung zeigen die Zellen ein ganz anderes Verhalten. Hier beginnen die Veränderungen nicht im Protoplasma, sondern im Kern. Derselbe wird unregelmäßig konturiert und nimmt sehr energisch Farbstoffe auf. Später beginnt auch der schollige Zerfall des Protoplasma, das ebenfalls leichtere Färbbarkeit zeigt, und schließlich lösen sich die Zellen aus ihrem gegenseitigen Verbande und von der Follikelwand ab und schwimmen frei im Follikelinhalt herum. Hierbei treten wahrscheinlich, da die Kapillaren außen den Epithelzellen unmittelbar aufliegen, häufig kleine Hämorrhagien auf; denn es finden sich in dem aus homogener Kolloïdsubstanz bestehendem Follikelinhalt außer den Trümmern der Epithelien öfters rote Blutkörperchen. Infolge des Schmelzungsvorganges reißen auch zuweilen die Follikelwandungen ein, so dass alsdann mehrere Follikel unter einander und mit den Lymphspalten kommunizieren und die ehemalige Gewebsanordnung verloren geht. — Um nun vielleicht eine Vorstellung über die natürlichen Reize der Drüse gewinnen zu können, versuchte Verf. diese Zellveränderungen experimentell zu erzeugen. Eine Reizung der die Drüse versorgenden Nerven blieb ohne Erfolg. Verf. suchte daher eine Reizquelle in einer bestimmten Zusammensetzung des Blutes. In dieser Vermutung bestätigt wurde er durch die Thatsache, dass es ihm gelang, Veränderungen in der Drüse, welche auf eine erhöhte Thätigkeit hinwiesen (stärkere Färbbarkeit der Kolloïdsubstanz und der Epithelzellen, Auftreten zahlreicher Schmelzungsherde im Drüsengewebe und einzelner Kolloïdtropfen in den Epithelzellen) dadurch hervorzurufen, dass er dem Versuchstiere fünf Sechstel des ganzen Drüsengewebes aseptisch entfernte und somit eine viel kleinere Drüsenmasse den im Blute vorhandenen Reizen, also in konzentrierterer Weise, aussetzte. Aehnliche Erscheinungen einer erhöhten Drüsenthätigkeit erhielt Verf. durch Unterbindung des Gallenganges. Es scheinen demnach bei der Gallenstauung Bestandteile ins Blut überzugehen, welche als Reiz auf die Drüse wirken. Eine künstliche Behinderung des Lymphabflusses blieb ohne Folgen.

Aehnlich wie bei der Sekretbildung nimmt Verf. auch zwei Arten

der Entleerung des Follikelinhaltes in die benachbarten Lymphspalten an, die man meist ebenfalls mit Kolloïdsubstanz angefüllt sieht. Erstens findet ein Uebertritt des Follikelinhaltes in den angrenzenden Lymphraum, wie schon Biondi angenommen hatte, durch Schwund der Follikelwandung statt; zweitens aber nimmt Verf. außer dieser Entleerung des Follikels durch Ruptur noch eine andere Form, die Entleerung durch Interzellularspalten, an. Es gelang ihm nämlich, durch Anwendung eines geringen, aber nicht gleichmäßig, sondern pulsatorisch wirkenden Druckes Injektionsmasse von den Lymphbahnen aus durch die Lymphspalten in die Follikel hineinzupressen und zwar mittels infolge des Druckes sichtbar werdender Spalten zwischen den einzelnen Epithelzellen. Diese Spalten erscheinen im ungefärbten Präparate bald als feine homogene Linien, bald als dicke Stränge von der Farbe der Kolloïdsubstanz und reichen von der Follikelhöhle bis zum angrenzenden Lymphraum. Die Interzellularplatten sind jedoch keine dauernden Gebilde, sondern entstehen je nach Bedürfnis.

Auf welchem Wege dann weiter die Kolloïdsubstanz aus den Lymphbahnen der Drüse in den Körper, bezw. in die Blutbahnen gelangt, was für Veränderungen sie auf diesem Wege erleidet, ob überhaupt Kolloïdsubstanz in den Venen der Schilddrüse vorkommt, diese Fragen kann Verf. vorläufig nicht mit Sicherheit beantworten.

In der ersten der beiden referierten Arbeiten fügt Verf. noch ein kurzes Kapitel über Entstehung und Wachstum der Drüsenfollikel an. Dieselben entstehen aus dem sogenannten interfollikulären Epithel, einem aus Epithelzellen zusammengesetzten Gewebe, welches in unregelmäßigen Nestern und Knötchen zwischen dem interfollikulären Bindegewebe eingesprengt liegt. In diesem Gewebe sieht man, namentlich bei jungen Tieren, häufig Veränderungen auftreten, die keinen Zweifel aufkommen lassen, dass man es hier mit der Entstehung neuer Follikel zu thun hat. Das weitere Wachstum findet in der Weise statt, dass sich protoplasmareiche Zellen von außen her zwischen die Epithelzellen der Follikelwand einschieben. Mitosen sind in den Follikelzellen nur außerordentlich selten zu finden.

H. Klonka (Breslau).

Haacke's Gemmarienlehre.

Neuerlich hat W. Haacke zwei zu einander gehörige und sich gegenseitig ergänzende Bücher über die Entstehung der Tierwelt veröffentlicht. Es sind das: „Die Schöpfung des Tierreichs" (Bibliographisches Institut, Leipzig 1893), und „Gestaltung und Vererbung" (T. O. Weigel's Nachfolger, Leipzig 1893).

Das erste von diesen (Die Schöpfung des Tierreichs) bringt eine große Anzahl von Thatsachen über die Gestalt, die Verbreitung,

die phylogenetische Entwicklung etc. der Tiere. Diese Thatsachen sind derart gruppiert, zum Theil scharf hervorgehoben, zum Teil ins Dunkel zurückgeschoben, dass sie auf den Leser den Eindruck machen, als ob sie in ihrer Gesamtheit nichts andres wären als ein Beweis für die Richtigkeit von Haacke's Anschauungen über Umbildung und Vererbung.

Das zweite Buch (Gestaltung und Vererbung) ist eine heftige Polemik gegen Weismann's Anschauungen, welchen dann die neue, als einzig richtig bezeichnete Gemmarienlehre gegenübergestellt wird.

Beide Bücher zusammen sind der Versuch einer sachlichen und kritischen Begründung der neuen Gemmarienlehre Haacke's.

Was ist nun diese Gemmarienlehre?

Das Plasma der Eizelle (und jeder andren Zelle) besteht aus kleinsten organisierten Teilen. Diese sind die Gemmarien. Jede Gemmarie ist aus Gemmen zusammengesetzt und die Gemmen ihrerseits bestehen aus Molekülen eiweißartiger Substanzen. Dagegen ließe sich ja nichts einwenden; aber Haacke geht weiter und schreibt den Gemmen eine ganz bestimmte Gestalt zu: sie sind gerade Prismen mit rhombischer Basis — das ist eine gänzlich unbegründete Behauptung, an deren Richtigkeit kein Mensch glauben wird. Nun sollen sich diese rhombisch-prismatischen Gemmen zu säulenförmigen Reihen vereinigen, entweder mit ihren Basal- oder Seitenflächen, und diese Säulen sollen sich dann wie die Säulen in einer Basaltmasse aneinanderlegen. Solche Säulenbündel sind die Gemmarien.

Durch Aenderungen in der Anordnung der Gemmen innerhalb der Gemmarien wird die Gestalt der letzteren verändert und dies führt zur Aenderung der Gestalt des ganzen Tieres. Die Befruchtung soll, vorausgesetzt dass Vater und Mutter nicht allzu nahe mit einander verwandt waren, das „Gefüge der Gemmarien festigen", was zur Folge hat, dass das aus dieser Befruchtung hervorgehende Individuum schädlichen äußeren Einflüssen einen kräftigeren Widerstand entgegenzusetzen vermag. Diese „Gefügefestigung" spielt die allergrößte Rolle in Haacke's Theorie. Wie man sich dieselbe aber eigentlich vorstellen soll, ist mir nicht klar geworden.

Die Ruinen älterer Theorien und das Weismann'sche Unkraut, welches daraus hervorspross, hat Haacke, wie er sagt, glücklich hinweggeräumt und errichtet nun auf dem Fundament der Gemmarienlehre den stolzen Bau seiner Evolutionstheorie.

Bei der Betrachtung derselben fallen zunächst zwei Dinge auf. Erstens weist Haacke dem Zellkern eine viel bescheidenere Stellung im Haushalt der Zelle an, als ihm bisher zugeschrieben wurde; und zweitens arbeitet Haacke durchweg mit der Vererbung individuell erworbener Eigenschaften.

Die ganze Gemmarientheorie bezieht sich aufs Plasma. Man möchte glauben, wenn man Haacke liest, der Kern wäre ein ganz unwesentliches, accessorisches Gebilde. Wie es scheint, hat Haacke gar nicht daran gedacht, dass vom Spermatozoon bei der Befruchtung bloß der Kern mit nur wenig oder gar keinem Plasma in die Eizelle eindringt. Die Beiseitesetzung der Wichtigkeit der Kernsubstanzmischung für die Befruchtung ist auch etwas, worin gewiss Niemand Haacke zustimmen wird. Dem Leser wird es bald klar, dass nach Haacke diese Mischung nur deshalb keine Bedeutung hat, weil gerade Weismann es ist, der eine solche besonders betont.

In Bezug auf die Vererbung erworbener Eigenschaften steht Haacke ganz auf dem Boden des alten Lamarck. Im Inhaltsverzeichnis zur „Gestaltung und Vererbung" heißt es auf S. 5: „Zusammenfassung. Beweise für die Vererbung erworbener Eigenschaften ... 104." Schlägt man nun Seite 104 auf und liest das Kapitel bis zum Schluss (S. 111) durch, so wird man darin nicht nur gar keinen Beweis irgend eines Falles einer vererbten erworbenen Eigenschaft finden, sondern auch vergebens nach dem Versuch eines solchen Beweises suchen. Da heißt es (S. 107): „Diese Thatsachen sind so zahlrich wie der Sand am Meer" und doch wird uns kein einziges solches Sandkorn beschrieben. Weiter (S. 109) lesen wir: „Diejenigen, „welche die Vererbung erworbener Eigenschaften leugnen, begehen, „indem sie die Natur den einseitigen Anschauungen, zu welchen sie „gelangt sind, entsprechend umwandeln, einen zwar verzeihlichen „Denkfehler, der aber dennoch nicht unenthüllt bleiben darf." Ich muss gestehen, dass mir der „Denkfehler" wo anders zu liegen scheint.

Jeder wird zugeben, dass die Vererbung erworbener Eigenschaften ja eine ganz schöne Sache wäre, wenn man sich nur vorstellen könnte, wie eine erworbene Eigenschaft auf die Keimzelle übertragen werden könnte. Für Haacke gibt es nichts Einfacheres. Auf S. 59 der „Schöpfung des Tierreichs" führt er aus, dass sich die Gemmarien aller Zellen des Körpers, also auch der Keimzellen, im Gleichgewicht befinden, und zwar so, dass alle Gemmarien einer Zelle nicht nur einander, sondern auch die Gemmarien benachbarter Zellen durch den Einfluss fernwirkender Molekularkräfte im Gleichgewicht erhalten. Nun ändert sich eine Zelle an der Peripherie des Körpers infolge eines äußeren Einflusses. Diese Aenderung ist eine Aenderung der Anordnung der Gemmen innerhalb der Gemmarien. Sie stört das Gemmarien-Gleichgewicht und wie eine Welle überträgt sich diese Störung auf alle andren Zellen des Körpers, auch die Keimzellen: überall ähnliche Aenderungen in der Gemmenanordnung der Gemmarien veranlassend.

Wäre das richtig, so müsste jede erworbene Eigenschaft ohne weiters unverändert und ungeschwächt vererbt werden. Nun sagt

aber Haacke (Gestalt und Vererbung S. 108, 109), dass die durch Vererbung erworbener Eigenschaften erzeugten Aenderungen der Tiere ungemein klein sind und erst durch Summierung von gleichartigen Aenderungen bei tausenden von Generationen ein merkliches Ergebnis erzielt würde.

Das scheint mir ein Widerspruch zu sein.

Wenn Haacke glaubt in diesen beiden Werken die Weismann'sche Theorie erschüttert oder seine eigene begründet zu haben, so muss ich dem entgegen versichern, dass ich durch Haacke's Kritik der Weismann'schen Theorie erst recht von der Richtigkeit der Weismann'schen Lehre überzeugt worden bin. Was nun Haacke's eigene neue Gemmarienlehre betrifft, so wird es nach dem Gesagten wohl genügen, es dem Leser zu überlassen, sich ein Urteil über dieselbe zu bilden.

Einen ganz andren und viel besseren Eindruck als diese wenig glückliche Gemmarienlehre macht Haacke's Bestreben, den Nachweis zu liefern, dass die Wiege der höheren Landtiere im Norden des Eurasischen Kontinents gestanden habe. Seine Kritiken der älteren Anschauungen in Betreff Lemuriens und der Atlantis sind vortrefflich und überzeugend. Der Grund, warum gerade im Norden von Eurasien immer neue Landtiere sich bildeten, liegt nach Haacke in der Größe dieses Gebietes, durch welche die Bildung zahlreicher Rassen, die sich hernach gegenseitig verdrängten und neuerdings in Rassen zerfielen, sehr begünstigt wurde. Haacke leitet auch alle amerikanischen, afrikanischen und australischen Tiere von eurasischen ab. In der großen eurasischen Heimat verhinderte die Rassenzuchtwahl das „Verrennen" irgend einer Tierform in eine allzu einseitige und daher schädliche Spezialdifferenzierung. Haben sich aber die eurasischen Tierarten einmal nach entlegenen Ländern, wie Südamerika oder Madagaskar verbreitet, so spezialisieren sie sich dort wegen mangelnder Rassenzuchtwahl oft in derart einseitiger Weise — verrennen sich so sehr in eine bestimmte Entwicklungsrichtung — dass sie schließlich an eben dieser übermäßig weit geführten Spezialisierung zu Grunde gehen.

R. v. Lendenfeld (Czernowitz).

Einsendungen für das Biol. Centralblatt bittet man an die ***Redaktion, Erlangen, physiol. Institut, Bestellungen*** *sowie alle* ***geschäftlichen,*** *namentlich die auf* ***Versendung des Blattes,*** *auf* ***Tauschverkehr*** *oder auf* ***Inserate*** *bezüglichen Mitteilungen an die* ***Verlagshandlung Eduard Besold, Leipzig, Salomonstr. 16,*** *zu richten.*

Verlag von Eduard Besold (Arthur Georgi) in Leipzig. — Druck der kgl. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik — Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIV. Band. 15. Juni 1894. **Nr. 12.**

Inhalt: **Gautier**, Die Ernährung der Zelle. — **Korotneff**, Zur Entwicklung des Mitteldarms bei den Arthropoden. — **Fürbringer**, Untersuchungen zur Morphologie und Systematik der Vögel, zugleich ein Beitrag zur Anatomie der Stütz- und Bewegungsorgane (12. Stück). — **Hertwig**, Die Zelle und die Gewebe. Grundzüge der allgemeinen Anatomie und Physiologie. — Programm für das Werk: „Das Tierreich". Eine Zusammenstellung und Kennzeichnung der rezenten Tierformen. — Drei Preisaufgaben des Deutschen Fischerei-Vereins. — 66. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte. Wien 1894.

Die Ernährung der Zelle [1]).

Von **Armand Gautier.**

Der Mechanismus, durch welchen die Gewebe ernährt werden, wachsen und ihre spezifischen Produkte aufspeichern, besteht nicht in einer Art von Auswahl oder einer besonderen Anziehungskraft, welche eine jede Zelle auf die verschiedenen Stoffe ausübt, die ihr durch einander gemischt in der Nährflüssigkeit, d. h. in dem Blutplasma gelöst, geboten werden. Wirft man drei Krystalle von Alaun, Kochsalz und Salpeter in ein und dieselbe Lösung, die zugleich mit diesen drei Salzen gesättigt ist, so wird jeder von ihnen das Material an sich ziehen, das zu seinem Wachstum beitragen kann: der Alaunkrystall wird das Kaliumaluminiumsulfat binden, ohne das Kochsalz oder den Salpeter zu ergreifen; das Kochsalz wird das Chlornatrium an sich ziehen; der Salpeter bindet den Salpeter, und keines der Salze wird von den zwei anderen etwas anziehen.

Aber ganz anders als der Krystall, der dadurch, dass er präformierte Substanz auf seinen Flächen niederschlägt, wächst, ernährt sich der lebende Organismus; er formt die Nahrungsstoffe, die ihm durch die Cirkulation zugeführt werden, um, er assimiliert

1) Vortrag über biologische Chemie an der Pariser mediz. Fakultät (Revue scientif., 28. April 1894).

sie, wie wir mit einem Worte sagen können, zu seinem eignen, spezifischen Material.

Dies Phänomen der Assimilation ist noch sehr wenig aufgeklärt. Wir sehen zwar, dass der tierische Organismus mit seiner pflanzlichen Nahrung die drei Hauptgruppen von Nahrungsstoffen, Eiweißstoffe, Fette und Kohlehydrate aufnimmt und dass man sie im Tiere wiederfindet; aber nichtsdestoweniger machen die drei verschiedenen Substanzen, bevor sie die definitive Form erlangen, die ihnen die lebende Substanz gibt, wichtige Umbildungen durch, so dass wir sicher nicht annehmen dürfen, dass sie einfach durch Intussusception an ihren Platz gelangt sind, durch eine Art Niederschlag, den jede Zelle und jedes Gewebe, je nach seiner Natur, aus dem Material hervorruft, das durch die Nahrungsaufnahme zugeführt und kaum durch die Verdauung verändert worden ist. Ossein, Chondrin, Myosin, Elastin, Vitellin, Casein, Hämoglobin und Serumalbumin selbst unterscheiden sich, obgleich die Zusammensetzung analog ist, doch deutlich von Albumin, Legumin und Glutein der Pflanzen. Jede Knochen-, Knorpel-, Muskel-, Bindegewebs- oder Nervenzelle ist ein kleines besonderes Laboratorium, ein wahrer Mikrokosmus, in dem verschiedene Produkte aus gleichem Material, der Nährsubstanz, dargestellt werden. Man weiß übrigens, dass das Glykogen und die Glykose sich bei reiner Eiweißernährung bilden können, dass die Proteinsubstanzen genügen, um Fette zu bereiten, dass ganz besondere Arten von Fetten sich bei jeder Tierart zeigen, ganz gleich, wie die ursprüngliche Nahrung beschaffen ist, und dass folglich wenigstens ein Teil der Kohlehydrate und Fette, bevor er sich in der tierischen Zelle ablagert, eine Reihe komplizierter Veränderungen durchgemacht haben muss.

Wir wollen nun versuchen, etwas Klarheit in das wichtige Phänomen der Assimilation zu bringen und so gut als möglich, die verschiedenen Modifikationen verfolgen und analysieren, die die Proteinstoffe erleiden, wenn sie beim Eindringen in die Gewebe allmählich verdaut, dissoziiert und schließlich von einer jeden Zellart assimiliert werden. Dann wird auch die Genese der Fettkörper und Kohlehydrate, welche sich, wie noch ausgeführt werden soll, durch Zerfall aus Eiweißkörpern bilden können, zugleich verständlich werden.

Wenn ein Eiweißkörper pflanzlichen oder tierischen Ursprungs aufgenommen wird, so zerfällt er zunächst unter Aufnahme von Wasser durch die Einwirkung verdauender Fermente und macht eine Reihe von Spaltungen durch, die ihn in einfachere Moleküle, die Peptone, zerlegen; das sind Substanzen, die noch zur Familie der Eiweißkörper gehören, aber ein viel geringeres Molekulargewicht haben, als das der ursprünglichen Albumine. Der Entstehung von Peptonen geht im Magen die Bildung von Acidalbumin oder Syntonin voraus, dem ersten Produkt aus diesen einfachen Spaltungen. Während nun nach den

Versuchen von Diakonow und nach meinen eigenen das Eieralbumin zum Beispiel ein Molekulargewicht von ungefähr 6000 hat[1]), ist das Molekulargewicht des Syntonins nicht höher als 2950, also ungefähr um die Hälfte kleiner. Unter der Einwirkung der Magensäuren ist also das Eiweißmolekül zunächst erst in zwei Moleküle von einem halb so großen Gewicht zerlegt; dann wird das Syntonin seinerseits weiter in Propeptone und Peptone umgebildet, die noch geringere Molekulargewichte haben. Der ursprüngliche Eiweißkörper vereinfacht sich also im Verlauf der Verdauung, durch eine Reihe von aufeinander folgenden hydrolytischen Spaltungen, ohne dass er jedoch seinen spezifischen Charakter als Proteinsubstanz einbüßt. Nach den Versuchen von Schützenberger nehmen 100 g trockenen Fibrins bei der Peptonisierung 4 g Wasser auf, was bei einem Molekulargewicht von 6000, wie wir es für das ursprüngliche Fibrin annehmen, der Aufnahme von 12 bis 13 Molekülen Wasser entsprechen würde, d. h. einem sehr tief gehenden Zerfall des Fibrins, dessen Trümmer aber doch noch nach dieser Peptonisierung die Charaktere der Familie der Proteine bewahrt haben.

Die Magen- und Darmpeptone, ebenso wie die zum Teil verseiften Fette und die Zucker von der Formel $C_6H_{12}O_6$, die aus der hydrolytischen Spaltung der Kohlehydrate und Saccharosen stammen, dringen in das Lymphgefäßnetz ein, das wieder von den Kapillaren der Mesenterialvenen umgeben ist. In diesem Augenblick macht sich eine Art Auswahl aus den durch die Verdauung entstandenen Stoffen geltend. Die einen dringen in die Blutgefäße, die anderen, besonders die Fette und Zucker, bleiben in den Chylusgefäßen. Aber auf dem Durchgang durch die Lymphknoten des Mesenteriums haben die Eiweiß- und Fettkörper durchgreifende Veränderungen erfahren. Sie haben dort eine Menge von besonderen Zellen, die Lymphkörperchen, angetroffen, welche sich ihrer bemächtigen, sie so zu sagen verdauen, und welche auf Kosten der ursprünglichen Nährstoffe, wie auch deren Anfangszustand gewesen sein mag, neue Albumin- oder Fettstoffe absondern, die für jede Tierart konstant sind. Bei der Berührung mit ihnen sind die Peptone vollständig verschwunden und während ihres kurzen Durchgangs in Serumalbumin umgewandelt; die besonderen vegetabilischen Fette sind, ganz unabhängig von der Art ihrer Fettsäuren, ganz oder fast ganz in Tristearin, Trimargarin, Triolein oder andere tierische Glyzeride umgewandelt. Diese Art zweiter Verdauung, aus der neue, für jede Species eigentümliche und im großen und ganzen von der Natur der Nahrungsmittel unabhängige Stoffe hervorgehen, ist nicht verständlich, wenn man nicht voraussetzt, dass die Leukocyten im Innern der Mesenterialdrüsen die vom Darm gelieferten Substanzen absorbiert,

1) Siehe des Verfassers „Cours de Chimie", Abschnitt III, S. 111.

dann assimiliert und umgebildet und schließlich die neuen Stoffe ausgeschieden haben, die aus der eigentümlichen Art ihrer Funktion resultieren. Einer der Beweise, dass die entstandenen Fette nicht mehr gleich den eingeführten sind, gründet sich nicht allein auf die Konstanz in der Zusammensetzung der neuen Fettkörper für jede Tierspezies, auch wenn man die Fettkörper in der Nahrung variiert, sondern auch darauf, dass man in den Chylusfetten verschiedene stickstoffhaltige Fette findet, wie Amidodistearin $(C_3H_5(NH_2)(C_{18}H_{35}O_2)_2$, welche klar beweisen, dass diese Fettkörper wenigstens zum Teil durch Dissimilation sehr komplizierter stickstoffhaltiger Stoffe entstanden sind.

Wenn die so entstandenen Stoffe in den Ductus thoracicus gekommen sind, gelangen sie ins Blut und mit diesem zu den verschiedenen Geweben, denen sie als Nahrung dienen. Wir werden darauf noch zurückkommen.

Ein anderer Teil der aus der Verdauung hervorgegangenen Produkte, der durchaus nicht unwichtig ist, gelangt in die Kapillaren der Mesenterialvenen und kommt durch die Pfortader zu den Leberzellen. Die ursprünglichen Albuminstoffe, die durch die Peptonisierung gespalten und alsdann durch die Lymphkörper verändert worden sind, sind als solche im Pfortaderblut nicht mehr zu finden. Selbst während der Verdauung sind die Peptone aus ihm verschwunden. An ihrer Stelle trifft man dafür einen giftigen Körper, besonders wenn sich das Tier von Fleisch genährt hat, das karbaminsaure Ammonium $CO<^{NH_2}_{ONH_4}$ eine Substanz, die durch Austritt von Wasser Harnstoff $CO(NH_2)_2$ geben kann (Nencki, Paulow, Hahn).

Die Albuminoide sind also unausgesetzt seit ihrem Austritt aus dem Verdauungstraktus weiter zerfallen; wenigstens ein Teil dieser Stoffe hat das Radikal CO—NH_2 abgegeben, das das karbaminsaure Ammonium bilden hilft. Diese Gruppe CO—NH_2 stammt aus dem Eiweißmolekül, das also erstens in karbaminsaures Ammonium zerfallen ist, und zweitens — was konsequenter Weise erfolgen musste — in einige komplizierte Amide (Glykoproteine, Tyroleucin etc.), die aus der starken hydrolytischen Spaltung der Eiweißstoffe, die ihr Harnstoffradikal verloren haben, stammen (Schützenberger). Man weiß, dass aus diesen Amiden wieder durch Zerfall die Leucine $C_nH_{2n+1}NO_2$ und die Leucine $C_nH_{2n-1}NO_2$ entstehen. Es ist nun experimentell festgestellt, dass, wenn man Tiere mit komplizierten Amiden, z. B. Leucin, Glykokoll, Asparagin und sogar mit Ammoniumsalzen von organischen Säuren, besonders mit Salzen der Milchsäurereihe, füttert, der Stickstoff dieser Verbindungen zum größten Teil in Form von Harnstoff ausgeschieden wird. Die hydrolytischen Spaltungen, die die Proteine schon während der Darmverdauung und weiter in den Lymphknoten

und Gefäßen des Mesenteriums und Darms durchmachen müssen, führen also schon zu einem sehr weit vorgerückten Stadium in der Umwandlung in Harnstoff.

Aber, gleichgiltig ob die Proteinsubstanz, wenn sie zu den Leberzellen gelangt, schon teilweise durch Hydrolyse in komplizierte Amide zerfallen ist, oder ob sie die Reihe der aufeinanderfolgenden modifizierenden Spaltungen noch nicht durchgemacht hat; jedenfalls verändert sie sich beim Durchgang durch die Leber ganz auffallend. Aus dem größeren Teil des Stickstoffs wird dort Harnstoff gebildet, aus dem andern Teil des Molekülś entsteht gleichzeitig Glykokoll, Taurin, Tyrosin, Glykogen und Cholesterin.

Wir wollen gleich beweisen, dass diese vollständige Spaltung des ursprünglichen Eiweißes wirklich erfolgt.

Was den Harnstoff anlangt, so haben Meissner schon um 1864 und später Gscheidlen konstatiert, dass die Leber, die Milz und die Niere viel mehr Harnstoff enthalten als die meisten anderen Organe: Muskeln, Lungen u. s. w., die nur wenig liefern. Cyon beobachtete, dass das Blut der Lebervenen viel reicher an Harnstoff ist als das von irgend einer andern Vene, und besonders als das der Pfortader. Zum Beispiel liefert ein Liter Pfortaderblut 0,9 g Harnstoff, ein Liter Lebervenenblut aber 1,4 g. Die Leber fabriziert also Harnstoff, die angestellten Experimente haben es endgiltig festgestellt. v. Schroeder spritzte durch die Gefäße von verschiedenen Organen, die er frisch dem lebenden Tier entnommen hat, Blut, in dem Ammoniumlaktat oder gar Ammoniumkarbonat gelöst war, und fand, dass die Salze im Lebergewebe in Harnstoff umgewandelt werden, aber bloß im Lebergewebe. Schmiedeberg und Hallevorden, die mit den Ammoniumsalzen von organischen Säuren arbeiteten, und Nencki, Schultzen und Salkowski, die Glykokoll, Alanin, Leucin und andere stickstoffhaltige Verbindungen benutzten, haben bewiesen, dass, wenn man Tiere mit diesen Substanzen füttert, der Harnstoff, den sie ausscheiden, auffallend zunimmt, ohne dass dem entsprechend das Eiweiß von Geweben zerstört wird; denn die Menge von Schwefel im Harn, die ein Maß für den Zerfall von Eiweiß ist, nimmt nicht zu. Also müssen sich die eingeführten Amide und Ammoniaksalze im Körper in Harnstoff verwandeln, und zwar geschieht das, wie wir gesehen haben, während der Verdauung und in der Leber. Ausgenommen ein Teil des Glykokolls, der in diesem Organ, wie wir noch sehen werden, zur Bildung von Gallensäure verwandt wird, verwandeln sich also diese Verbindungen in Harnstoff. Und umgekehrt nimmt die Harnstoffausscheidung ab oder hört ganz auf, wenn die Leberfunktion gestört ist. Seit Frerichs weiß man, dass bei schweren Lebererkrankungen der Harnstoff im Urin beträchtlich schwindet, während man an seiner Stelle Leucin und andere stickstoffhaltige Körper auftreten sieht, die sonst im normalen

Zustand nie vorkommen. Bestätigende Beobachtungen über den Einfluss von Leberkrankheiten auf die Harnstoffsekretion sind von Brouardel gemacht worden und haben zu denselben Schlüssen geführt.

Man kann heutzutage die harnstoffbildende Thätigkeit dieser Drüse nicht mehr in Zweifel ziehen.

Was die Bildung von Glykogen anlangt, so sind die Beweise ebenso überzeugend. Seit Cl. Bernard weiß man, dass die Leber mit diesem Kohlehydrat auch dann beladen ist, wenn man Tiere lange bloß mit Fleisch ernährt. von Mehring und Naunyn haben dies bestätigt: das fettfreie Muskelfleisch und das Albumin von gekochten Eiern genügen, um die Glykogenbildung zu unterhalten. Ein weiterer Beweis für die Bildung des Glykogens in der Leber, selbst wenn sie vom lebenden Körper getrennt ist, ist von Seegen geliefert worden. Zwei frische, gleich schwere Stücke von derselben Leber eines Hundes wurden in zwei Reagensgläschen gethan, die mit Blut von dem Tier gefüllt waren. In das eine von ihnen gab er noch eine Lösung von Peptonen; dann brachte er die beiden Gefäße in ein Wasserbad von 35° und ließ Luft hindurchströmen. Nach Verlauf einiger Stunden bestimmte er die Zuckermenge in den beiden Leberstücken und fand, dass das Stück, welches in dem Blut ohne Pepton gelegen hatte, 2,56% Glykose enthielt, dasjenige, das sich im peptonisierten Blut befand, 3,54%. Zugleich stieg der Glykogengehalt in der peptonisierten Leber von 2,2% auf 2,8%. In diesem Stück hat sich also sowohl Glykogen als auch Glykose gebildet. Lépine hat vor kurzem Seegens Beobachtungen bestätigt (C. Rendus, Heft 115, S. 304 u. Heft 116, S. 419).

Vom Cholesterin weiß jeder, dass die Galle bei ihrem Einfluss in den Darm davon eine bestimmte Menge mit sich führt, nämlich 0,5 bis 2,5 pro Mille. Und andrerseits ist nach den Analysen von Drosdorff das Lebervenenblut viel reicher an Cholesterin als das Blut der Pfortader und der Leberarterien. Er hat für 1000 g Blut gefunden: in den Lebervenen 3,52 g; in der Pfortader 1,50 g; im Arterienblut 1,60 g. Die Leber entsendet also mehr Cholesterin, als sie aufnimmt, und zwar beträchtlich mehr.

Auch die Bildung von Glykokoll und Taurin in der Leber ist unleugbar; die Gallensäuren beweisen es. Die Glykocholsäure entsteht unter Abspaltung von Wasser aus der Verbindung von Glykokoll $C_2H_5NO_2$ mit Cholalsäure $C_{24}H_{40}O_5$; in gleicher Weise bildet sich die Taurocholsäure aus Taurin $C_2H_7NSO_3$ und Cholalsäure; deren Entstehung scheint an den Zerfall der Eiweißkörper in den Blutkörperchen und an Chlosterin geknüpft zu sein. Unter der Form der Taurocholsäure wird dann der aus diesem Zerfall resultierende Schwefel definitiv ausgeschieden.

So liefert also in der Leber die Spaltung der Eiweißkörper Harn-

stoff, Glykogen, Cholesterin, Glykokoll und Taurin. Wir wollen nun darthun, dass weder freier Sauerstoff noch Sauerstoff in der Verbindung von Oxyhämoglobin irgend etwas mit diesen Umbildungen zu thun hat, die einfach auf hydrolytischen Prozessen beruhen. Wenn ich die Zwischenprodukte unberücksichtigt lasse, so verdeutlicht, glaube ich, die folgende Gleichung diesen in der Leber erfolgenden Zerfall der Proteinsubstanz:

$$\underset{\text{Albumin}}{C_{72}H_{112}N_{18}SO_{22}} + \underset{\text{Wasser}}{20\,H_2O} = \underset{\text{Harnstoff}}{7\,CON_2H_4} + \underset{\text{Glykogen}}{5\,C_6H_{10}O_5} + \underset{\text{Cholesterin}}{C_{27}H_{46}O}$$
$$+ \underset{\text{Glykokoll}}{3\,C_2H_5NO_2} + \underset{\text{Taurin}}{C_2H_7NSO_3} + \underset{\text{Wasserstoff}}{6\,H}$$

Diese Gleichung erfordert verschiedene Erläuterungen, Folgerungen und Untersuchungen über ihren Wert.

Erstens zeigt sie, dass der Harnstoff, der sich in der Leber bildet, aus der Hydrolyse der Eiweißkörper, nicht aus ihrer Oxydation resultiert. Sie drückt aus, dass der Sauerstoff nicht bloß bei dieser Bildung von Harnstoff nicht beteiligt ist, sondern dass dies Phänomen sogar unter Reduktion von statten geht und mit der Tendenz, Wasserstoff frei zu machen, wie es aus unserer Gleichung hervorgeht. In Wirklichkeit verbindet sich dieser Wasserstoff, ganz oder zum Teil, mit verschiedenen Zwischenprodukten aus dem Eiweißzerfall und bewirkt so, dass in den Leberzellen außerordentlish stark reduzierende Stoffe entstehen, deren Vorhandensein und deren Bedeutung wir nachher beweisen wollen.

Unsere Gleichung lehrt ferner, dass sich aus 110 g trockenen Eiweißes (einer Menge, die bei einen normalen erwachsenen Menschen die tägliche Ration in der Nahrung sein soll) 28,5 g Harnstoff bilden sollten; aber wie wir sehen werden, zerfällt auch in der Milz, im Fettgewebe, im Gehirn u. s. w. ein Teil der Eiweißkörper unter Bildung von Harnstoff, und in diesen Fällen steigt nach einer der obigen analogen Gleichung, die weiter unten mitgeteilt werden soll, die Harnstoffmenge, die 110 g Eiweiß entspricht, auf 33 g pro Tag. Das Mittel aus den beiden Zahlen, 30 g, entspricht der Wirklichkeit; wir scheiden normal in 24 Stunden 30 g Harnstoff aus.

In der Leberzelle wird also das Eiweiß zerstört, es entsteht Harnstoff, Glykogen, Cholesterin und die Gallensäuren, Derivate sehr einfacher Amidoverbindungen (Glykokoll und Taurin); das haben wir bewiesen. Es bleibt uns noch zu beweisen, dass dies Phänomen nicht an eine Oxydation gebunden ist, dass das Lebergewebe reduzierend wirkt, und dass die Dissoziation des Eiweißmoleküls sich wie bei den Gärungen durch Bakterien, durch einfache hydrolytische Spaltung vollzieht.

Bevor wir aber die Beweisführung antreten, muss ich bemerken, dass die Physiologie und die Thätigkeit der Leberzelle nur ein besonderer Fall der Thätigkeit der meisten lebenden Zellen ist, nur ein

besonderer Fall, der infolge der Entdeckung der Glykogenproduktion zu weit abseits gestellt ist von dem gewöhnlichen Fall. In fast allen Zellen und Zellgeweben werden die Eiweißkörper so ziemlich auf dieselbe Weise zerstört. Ueberall erscheinen neben dem Harnstoff oder komplizierten analogen Stickstoffverbindungen (harnsauren Salzen und Xanthin- oder Kreatinverbindungen) verschiedene Fett- oder Kohlehydratverbindungen, die einander entsprechen und ersetzen. Wir konnten das Phänomen der Spaltung der Eiweißsubstanzen deswegen in den Leberzellen genauer analysieren, weil das homogene und relativ mächtige Lebergewebe sich dazu besonders eignet. Aber überall, wo in einer tierischen Zelle das Protoplasmaeiweiß zerfällt, finden wir entweder Harnstoff oder harnsaure Salze oder Stoffe der Kreatingruppe, die diese ersetzen, und neben ihnen bald Fett an Stelle des Glykogens, wie im Fettgewebe, bald beide Substanzen neben einander, wie in den Muskeln, bald Myelin, Cerebrin oder Cholesterin, wie im Nervengewebe, bald sogar stickstoffhaltige Körper, wie Chondrin, Chitin, die scheinbar zu Fetten und Kohlehydraten keine Beziehungen haben, in Wirklichkeit aber zwischen den Kohlehydraten und den eigentlichen Eiweißkörpern stehen. Und diese verschiedenen Substanzen, die einander ersetzen und sich entsprechen, sind stets, wie in der Leber, unter Reduktion entstanden. Wir werden zwar keine Gallensäuren weiter finden; denn sie sind ganz charakteristische Produkte der Leberzellen; aber dafür sehen wir an ihrer Stelle die Oxydationsprodukte des Schwefels (SO_3H_2 und SO_4H_2), mit den Amidosäuren zu Basen oder Phenolen verbunden.

Jede Zellart ernährt ihr Protoplasma und baut ihre besondern Proteinstoffe, auf Kosten derselben Albuminstoffe, die durch das Blut zugeführt werden, aus durch den Durchgang durch den Verdauungstrakt erheblich vereinfachten Stoffen. Das Geheimnis, wie der synthetische Aufbau bei der Assimilation erfolgt, ist ebenso groß, wie das der besonderen Eigenschaft der Zelle. Im Muskel entsteht das Muskulin oder vielmehr das Myesinogen; im Knochen das Ossein; in der Bindegewebszelle die elastischen und Bindegewebsfasern; in den Drüsenzellen die Pepsine, Diastasen, Toxine oder Gifte, die für jede Zelle besondere sind. Von diesen Produkten verlässt ein Teil den Ort der Entstehung und übt wo anders seine Thätigkeit aus, der andere, wie die Muskelsubstanz, zerfällt am Orte durch die Arbeitsleistung des Gewebes zum Teil in einfachere stickstoffhaltige Körper (Kreatin, Hippur- und Inosinsäure, Leukomaine u. s. w.), zum Teil in stickstofffreie Produkte (Milchsäure, Glykogen). Aber ob sich Harnstoff bildet oder nicht, ob er zum Teil oder ganz und gar durch verschiedene Amide oder Urate ersetzt wird, ob das Protoplasma bei diesen Umbildungen, die bei den verschiedenen Zellen verschieden sind, je nach der Verschiedenheit der Produkte, weniger nach dem Mechanismus der Ent-

stehung, freie Kohlensäure abgibt oder nicht, jedenfalls wirkt das Protoplasma der Zelle stets reduzierend. Wir wollen beweisen, dass in dieser ersten Phase der Dissimilation der Zerfall des protoplasmatischen Eiweißmoleküls immer ohne jede Einwirkung von Sauerstoff erfolgt. Erst nach diesem ersten Stadium der Dissoziation der Eiweißbestandteile des Protoplasmas werden die Produkte der Zellthätigkeit, die nun für die Verbrennung empfänglich sind, oxydiert durch Sauerstoff und durch einen Mechanismus, der ganz verschieden von dem ist, durch den der Harnstoff entstand und der Zucker und die Fette, d. h. durch einen der Oxydation gerade entgegengesetzten Vorgang.

Man weiß schon seit langer Zeit, dass die Gewebe in besonderen Fällen starke reduzierende Wirkungen ausüben. Gibt man z. B. an Tiere Jodate oder Bromate, so werden die Salze reduziert und in Jodide und Bromide verwandelt, die man dann im Harn findet. Ebenso verbindet sich Indigosulfosäure beim Durchgang durch Gewebe mit zwei Atomen Wasserstoff und wird farblos, weil Indigweiß entstanden ist. Wenn man Bilirubin ins Blut injiziert oder im Darm absorbieren lässt, so beladet es sich mit Wasserstoff, nimmt Wasser auf und wird zu Urobilin:

$$\underset{\text{Bilirubin}}{C_{32}H_{36}N_4O_6} + H_2O + H_2 = \underset{\text{Urobilin.}}{C_{32}H_{40}N_4O_7}$$

Diese und noch andere Beobachtungen beweisen, dass, obgleich beim Tier das Blut ein oxydierender Körper ist, doch wenigstens ein Teil der Zellen in unseren Geweben reduzierend wirken und wie Bakterien funktionieren können. Für diese Behauptung, die neueren Datums ist, habe ich seit 1881 verschiedene Beweise geliefert. Besonders hob ich damals hervor, dass der Körper reduzierende Substanzen produziert, wie die Ptomaine, das Indigogen, die Extraktiv- und Farbstoffe des Harns, die sehr oxydabel sind. Dann hat Ehrlich 1890 gezeigt, dass das Protoplasma sehr vieler, wenn nicht aller Zellen diese reduzierenden Fähigkeiten besitzt. Seine höchst ingeniöse Methode besteht darin, dass man beim lebenden Tier durch Injektionen in die Venen lösliche Natronsalze von Alizarinblau, Cörulein u. s. w. bringt; das sind stark färbende Stoffe, die sich dadurch auszeichnen, dass sie bei Aufnahme von Wasserstoff, zu farblosen Körpern werden, die für jedes Gewebe durch das stärkere oder weniger starke oder durch das schnellere oder langsamere Verschwinden der blauen Farbe die Bestimmung ermöglichen, ob seine Reduktionsfähigkeit stark oder schwach ist.

Nachdem solche Injektionen mit blauen Farbstoffen in Gefäße von Kaninchen oder Meerschweinchen gemacht worden sind, tötet man das Tier und untersucht sofort die Färbung der verschiedenen Organe. Man bekommt dann folgende Resultate:

Die weiße Substanz vom Gehirn und Rückenmark zeigt keine Bläuung. Sie muss daher Wasserstoff an das Cörulein abgegeben haben und wirkt also stark reduzierend. Die graue Substanz bleibt dagegen gefärbt;

Die quergestreiften und glatten Muskelfasern sind leicht geblaut;

Die Synovialmembranen bleiben gefärbt;

Die Knorpel sind ungefärbt, also stark reduzierend;

Die Knochen sind ungefärbt oder stellenweise blau;

Das Blutserum, Lymphe und Synovia sind blau;

Die Epithelien und Schleimhäute sind schwach gefärbt;

Drüsen, die während des Lebens Cörulein oder Indigo nicht reduzieren, sind die Speicheldrüsen, das Pankreas, die Thymusdrüse, die Milchdrüsen, die Lymph- und Schleimdrüsen.

Unter den Organen, welche eine sehr energische Reduktionsfähigkeit zeigen, muss man die Leber an erster Stelle nennen. Sie ist ganz und gar ungefärbt, ausgenommen auf den Durchschnitten der Gallengänge. Die Leberzellen bilden also, wie schon gesagt ist, ein reduzierendes Gewebe.

Die Marksubstanz der Nieren bleibt stark blau gefärbt, die Rindensubstanz ist aber ganz farblos.

Das Lungengewebe und die Pleura sind wie im normalen Zustand gerötet, also reduzieren auch sie.

Folglich sind die weißen Partien im Gehirn, Rückenmark und Nerven, die Muskeln, Knorpel, die Leber, die Rindensubstanz der Niere, das Lungenparenchym u. s. w. während des Lebens durchaus reduzierende Gewebe, obgleich sie fortwährend von sehr sauerstoffreichem Blut durchströmt werden.

Nach dem Tode nimmt die Reduktionsfähigkeit der Gewebe sehr zu. Unter diesen Umständen kann ja nicht mehr der Sauerstoff aus dem Blute an die Reduktionsprodukte herankommen und sie verändern; aber das Zellprotoplasma fährt fort zu funktionieren, wie ich vor zwei Jahren zusammen mit Landi besonders fürs Muskelgewebe gezeigt habe.

Bei Tieren, denen man Cörulein injiziert hat, werden das ganze Gehirn und die glatten und quergestreiften Muskeln nach dem Tode binnen 2 bis 15 Minuten vollständig entfärbt. Die Thränen-, Ohrspeichel- und Lymphdrüsen und das Herz werden in 15 bis 45 Minuten entfärbt. Dagegen werden das Pankreas und die Submaxillardrüsen nur sehr langsam oder überhaupt gar nicht entfärbt.

Man kann die Experimente leicht im Probierglase wiederholen, wie ich es mit Leberpulpa und mit Muskeln gemacht habe. Wenn man verdünnte Lösungen von indigosulfosaurem Natrium, Kaliumbromat oder Kaliumjodat der Berührung mit Streifen von frischem Fleisch in einer Stickstoffatmosphäre aussetzt, so sieht man, wie der Indigo rapide sich in Indigweiss verwandelt, wie die Jodate und Bromate zu Jodiden

und Bromiden werden, wie mit einem Worte, das Muskelgewebe stark reduziert. Dieselben Erfolge kann man mit Bierhefe anstatt mit Muskelfleisch erhalten.

Also reduzieren die meisten lebenden und funktionierenden Zellen der Gewebe, die protoplasmatischen Teilchen, in denen sich das Phänomen der Assimilation abspielt und in denen die Dissimilation der Albumine beginnt. Bokorny hat bewiesen, dass das reduzierende Prinzip dem Protoplasma anhaftet, dass es zu den Colloidstoffen gehört, also nicht diffusibel ist, dass es alkalisch reagiert und dass es seine Wirkung durch Erwärmung und durch Behandlung selbst mit verdünnten Säuren verliert. Und diese Albuminbestandteile können nicht nur nicht oxydiert werden im Protoplasma, vielmehr resultieren aus ihrem hydrolytischen Zerfall, wie in unserer obigen Gleichung deutlich ist, stark reduzierende Stoffe und freier Wasserstoff, Wasserstoff, den ich in meiner Arbeit über die Funktion des aus dem Körper gelösten Muskels nachgewiesen und den auch Gréhant eben im normalen Blut gefunden hat, in das er zum Teil übergeht. Nur die Zerfallsprodukte des reduzierenden Protoplasmas, die Zucker, das Glykogen, Fette, Amidoverbindungen, verschiedene stickstoffhaltige Säuren, harnsaure Salze, die in dieser ersten, sozusagen anaëroben Phase sich bilden, oxydieren sich dann in einer zweiten Phase in der Peripherie der von Blut umflossenen Zelle, oder werden durch die Strömung fortgeschwemmt und dann direkt ausgeschieden.

So findet sich definitiv die Beobachtung bestätigt, die ich schon vor zwölf Jahren machte, dass das anaërobe Leben, wie man es nur für die niederen Mikroorganismen annahm, auch der Modus der feinen und ursprünglichen Funktion der tierischen Zellen ist, wenigstens der Mehrzahl unter ihnen (S. Gaz. hebd., 1. Juli 1881, Fonctionnement anaërobie des tissus, Arch. de physiol., 5. Série, t. IV, p. 1). Um die Richtigkeit dieser fundamentalen und ganz unerwarteten Wahrheit festzustellen, stützte ich mich auf zwei Arten von Beweisen: erstens wies ich darauf hin, dass der tierische Organismus als Reduktionsprodukte außer den Ptomainen und Leukomainen, welche ich kurz vorher entdeckt hatte, dieselben Stoffe liefert, deren Bildung ich im Verlauf der Eiweißzerstörung durch anaërobe Bakterien beobachtet hatte. Zweitens bewies ich nach demselben Prinzip topischer Beobachtung, dass die Sauerstoffmenge, die man in unseren sämtlichen Exkreten findet, um 19 Prozent, also um fast ein Fünftel, die dem Tier in derselben Zeit durch die Atmungsluft gelieferte Sauerstoffmenge übersteigt. Daraus folgt, dass ungefähr ein Fünftel der tierischen Exkrete bloß durch Fermentation entsteht und direkt seinen Sauerstoff der Nahrung und den Geweben entnimmt, ohne irgendwelchen aus der Luft zu beziehen. Das heißt: Die Dissimilation von einem Fünftel unserer Nahrungsmittel und Gewebe erfolgt durch einen Prozess, bei dem kein

Luftzutritt statt hat, ganz ähnlich der Dissimilation durch das Buttergärungsferment oder durch die Bierhefe oder durch Fäulnisbakterien. Dass die Produkte, die bei all diesen Vorgängen sich bilden, analog durch Dissoziation des Eiweißmolekülls ohne Sauerstoffeinwirkung entstehen, ist eine notwendige Konsequenz.

Wenn sich also in der Leber aus Eiweißsubstanz Harnstoff, Glykogen, Cholesterin, Glykokoll, Taurin und Tyrosin bilden, so können diese nicht durch Oxydation entstanden sein, da wir eben gesehen haben, dass die Leberzellen stark reduzierende Organe sind. Das Auftreten von Glykokoll, Taurin, Tyrosin und selbst von Harnstoff, Stoffe, die auch im Probierglas unter Einwirkung von Wasser, das erwärmt wird oder dem man Säuren oder Alkalien zusetzt, auf Eiweißstoffe entstehen, beweist, dass die Molekülddissoziation eine Hydrolyse ist. Damit ist die Richtigkeit unserer oben ausgeführten, auf die Leber bezüglichen Gleichung erwiesen[1]).

Aber bei diesem Zerfall des Proteinmolekülls ohne Luftzutritt funktioniert jede Zelle, was ihre Zwischenprodukte anlangt, in einer ihr eigentümlichen Art und Weise; darauf haben wir schon hingewiesen. In den Bindegewebszellen und in vielen anderen ist die Protoplasmazerstörung begleitet vom Auftreten von Fetten. Manchmal, z. B. bei den weißen Blutkörpern und im Gehirn, bilden sich Lecithine, Cholesterin, Cerebrin anstatt der Fette. Im Muskel sind es die Fettkörper, das Glykogen und die Milchsäure, die man so leicht daraus gewinnt; in diesem Fall ist der Harnstoff ersetzt durch Amidoverbindungen, Kreatin, Leukomaine, harnsaure Salze u. s. w. Aber wenn wir ein paar allzu merkwürdige Derivate unberücksichtigt lassen, uns bloß erinnern, dass die Bildung von Tyrosin das erste Resultat der Albuminhydrolyse ist, dass aus diesem später durch Oxydation Benzoesäure entsteht und Hippursäure, wenn wir weiter sehen, dass der meiste Stickstoff in den Harnstoff übergeht, dass dabei zugleich Fette sich bilden und manchmal Glykogen, aus dem wieder Fettkörper werden können, und zwar, wie noch ersichtlich werden wird, ohne Zutritt von Sauerstoff, und wenn wir uns endlich ins Gedächtnis zurückrufen, dass das Zellprotoplasma stets reduziert und entweder freien oder nur schwach gebundenen Wasserstoff enthält, so gelangen wir zu folgender Gleichung, die ganz allgemein den Zerfall des Zelleiweißes im ersten Stadium der Dissimilation ausdrückt und in der alles sich aus einer Reihe hydrolytischer Spaltungen bildet. Die Gleichung lautet:

$$\underset{\text{Albumin}}{4\ C_{72}H_{112}N_{18}SO_{22}} + \underset{\text{Wasser}}{58\ H_2O} = \underset{\text{Tyrosin}}{4\ C_9H_{11}NO_3} + \underset{\text{Harnstoff}}{34\ CON_2H_4}$$
$$+ \underset{\text{Oleostearomargarin}}{3\ C_{54}H_{104}O_6} + \underset{\text{Glykogen.}}{6\ C_6H_{10}O_5} + 4\ SO_3H_2 + 20\ CO_2 + 4\ H$$

1) Während ich den Artikel schreibe, hat Ch. Richet Versuche beendet, die beweisen, dass die Leber, wenn sie aus dem Körper entfernt und sogleich mit Blut gewaschen und dann in Paraffin gebracht wird, fortfährt, Harnstoff zu bilden.

Aus dieser ersten Dissoziation der Eiweißsubstanz resultieren also zugleich Harnstoff (oder Verbindungen, die zur Kreatin-, Harnsäure- und Xanthinreihe gehören und die teilweise oder ganz einander ersetzen können), Zucker, Glykogen, Fettkörper (Lecithin, Cholesterin und Milchsäure können sie in verschiedenen Verhältnissen vertreten), Tyrosin, manchmal etwas Glykokoll oder Taurin (das letztere enthält zum Teil den aus dem Eiweiß stammenden Schwefel), endlich Kohlensäure, die abhängig ist von der Menge der produzierten Fettkörper. In dieser ersten Phase, die sich ganz ohne Lufteinwirkung abspielt, bildet sich gleichzeitig eine geringe Menge von stark reduzierenden Stoffen und sogar von etwas freiem Wasserstoff.

Von diesen Stoffen geht ein Teil, der Harnstoff, das Kreatin (das sich in Kreatinin verwandelt), einige Leukomaine u. s. w. in den Harn und werden direkt ausgeschieden. Ein zweiter Teil, das Glykokoll und das Taurin, gelangen teilweise in die Galle in Form von gepaarten Säuren, Glykochol- und Taurocholsäure. Das Tyrosin findet man fast in sämtlichen Drüsen: Milz, Leber, Lungen u. s. w., aber es wird besonders in Benzoesäure umgewandelt, die sich mit Glykokoll verbindet und so die Hippursäure bildet, von der die Nieren den Körper befreien. Die eigentlichen Amidosäuren, Glykokoll, Leucin u. s. w. und die Ammoniumsalze selber gehen über in Harnstoff, wie das direkte Experiment es festgestellt hat; ihr stickstoffhaltiges Radikal vereinigt sich dann nämlich mit der Cyangruppe CONH, dem Ausgangsprodukt bei der Zerstörung der Eiweißmoleküle, deren wesentlichen Bestandteil es ausmacht:

$$\underset{\text{Leucin}}{CO_2H - C_5H_{10} - NH_2} + CONH + H_2O = CO_2H - C_5H_{10} - OH + \underset{\text{Harnstoff.}}{CON_2H_4}$$

Das ist das Schicksal der in dieser ersten Dissoziationsphase gebildeten Stickstoffverbindungen, in der Phase, die sich ohne Luftzutritt abspielt und in der bloß die Eiweißsubstanzen im Protoplasma angegriffen werden.

Wenn diese Substanzen und ihre Stickstoffderivate verschwunden sind, bleiben bloß noch stickstofffreie Körper übrig, Kohlehydrate und Fette oder analoge Verbindungen, die zur selben Zeit wie die eben genannten Stoffe entstehen oder direkt durch die Nahrung zugeführt und in den Geweben aufgespeichert wurden. Von diesen verschwinden zuerst die Kohlehydrate, das Glykogen, aus dem sich leicht hydrolytisch Zucker bildet, und die Glykose, die man in kleinen Mengen überall im Körper findet; ein Teil verwandelt sich nämlich in Fett, wieder ohne Mitwirkung des Sauerstoffs des Blutes, ein anderer wird oxydiert. Erst damit beginnt die zweite Phase der Dissimilation, die Phase der Oxydation, in der die Luft mitwirkt, und die die Be-

stimmung hat, dem Organismus Wärme zu liefern und ungefähr drei Viertel der gesamten dem Körper zu Gebote stehenden Energie hervorzubringen.

Die Glykose, die unausgesetzt durch die Verdauung und von der Leber dem Blute zugeführt wird, verschwindet dort langsam. Eine unbedeutende Menge wird in nicht bekannte Verbindungen übergeführt durch eine Art Gärung, die bei Erwärmung des Blutes auf 54° sistiert wird (Cl. Bernard). Ein Kilogramm den Gefäßen entnommenes Hundeblut verzehrt bei 38° ungefähr 4 Gramm Glykose in 24 Stunden (Lépine und Barral).

Die Muskelkontraktion verursacht auch eine erhebliche Verminderung von der im zugeführten Blute enthaltenen Glykose, wie besonders die schönen Versuche von Chauveau gezeigt haben. Das Glykogen nimmt gleichzeitig im Muskel ab, der zwar in der Ruhe reduziert, aber im Zustand der Thätigkeit oxydiert. Man kann sich davon leicht überzeugen, wenn man durch einen Muskel eine gut gesäuberte Stahlnadel sticht: solange der Muskel in Ruhe bleibt, behält die Nadel ihren metallischen Glanz; bringt man aber den Muskel zur Kontraktion, so bedeckt sich infolge der eintretenden Oxydation die Nadel mit Rost. Die aus dem Muskelblut verschwundene Glykose und Glykogen werden bei der Kontraktion in Kohlensäure, Wasser, Milchsäure und Fett verwandelt, und ihre latente potentielle Energie hat sich durch die Verbrennung der Kohlehydrate umgesetzt in bemerkbar werdende kinetische, hat also direkt dem Tiere die Energie geliefert, die es zur Arbeit gebraucht und auch die Wärme, die es nötig hat.

Wenn der Muskel in Ruhe ist, wird der größte Teil der Kohlehydrate des Körpers, nämlich die, die die Nahrungsaufnahme zuführt und wohl auch die in der Leber sich bildende Glykose, vermittelst einer richtigen Gärung, die in bestimmten Zellen, besonders in den Bindegewebszellen sich vollzieht, in Fette verwandelt. Wenn man ein Individuum ausschließlich mit einer Nahrung versorgt, die sich aus Zucker und Stärke zusammensetzt, so wird es eine Stunde nach Aufnahme derselben durch Lungen und Haut enorme Mengen von Kohlensäure ausatmen, die von der Gärung des Zuckers herrührt, der sich in Fett umsetzt, und dabei nimmt die in derselben Zeit absorbierte Sauerstoffmenge nicht wesentlich zu. (Richet et Hanriot, C. R., t. CXIV, p. 371). Man weiß übrigens schon lange, dass die Fettbildung bei den Tieren durch reichliche Ernährung mit Kohlehydraten befördert wird. Die Versuche von Chaniewsky, Munk und vielen anderen über den Fettansatz bei Gänsen, Hunden und Schweinen haben übrigens gelehrt, dass 70 bis 80 Prozent des im Organismus entstehenden Fettes von der Spaltung der Nahrungskohlehydrate herstammen. Diese rein fermentative Umwandlung von Zucker in Fett-

körper und Kohlensäure kann nach Richet und Hauriot durch folgende Gleichung ausgedrückt werden:

$$\underset{\text{Zucker}}{13\,C_6H_{12}O_6} = \underset{\text{Oleostearomargarin}}{C_{55}H_{104}O_6} + 23\,CO_2 + 26\,H_2O.$$

Das so gebildete Fett wird besonders im Panniculus adiposus abgesetzt.

Man hat auch beobachtet, dass es sich beim Zerfall von Protoplasmaeiweiß bildet, das zugleich mit Harnstoff und den analogen stickstoffhaltigen Körpern bald Glykogen gibt, bald Fette und Kohlensäure, öfter Kohlehydrate und Fette zugleich, und zwar im Verlauf der Dissimilationsphase ohne Mitwirkung von Sauerstoff. Aus diesen stufenweisen Umbildungen des Eiweißes resultieren daher, wenn man die stickstoffhaltigen Körper, die schon besprochen sind, unberücksichtigt lässt, fast bloß Fettkörper. Das sind also die eigentlichen Reservestoffe für die Verbrennung. Diese Fette können von nun an nur noch eine Reihe von Oxydationen durchmachen. Doch noch bevor sie direkt verbrannt werden, scheinen sie unter Einwirkung besonderer Fermente verseift zu werden: dadurch entsteht Glyzerin, das selbst wieder oxydieren kann, und Fettsäuren. Aus diesen bilden sich infolge der Alkalescenz des Blutes lösliche Natriumsalze (Stearate, Oleate u. s. w.), die mit der Zeit vom Blutstrom fortgeschwemmt werden. Sie werden dann allmählich durch den freien oder an Haemoglobin gebundenen Sauerstoff oxydiert und zerfallen zum Schluss, wie schon seit Woehler bekannt ist, in Wasser und Kohlensäure.

Die Zwischenprodukte bei der Oxydation der Fettkörper sind noch nicht genau festgestellt. Man weiß nur, dass sich successive Bernsteinsäure, Mesoxalsäure, Oxalsäure, vielleicht auch Capron- und Buttersäure bilden. Diese Säure findet man wenigstens allgemein in den Geweben und Exkreten.

So verschwinden schließlich in Form von verbrannten und unbrauchbaren Stoffen die Nahrungsbestandteile, Eiweiße wie Fette und Kohlehydrate. Wir haben sie beobachtet von ihrem Eintritt in den Magen ab bis zur Ausscheidung aus dem Körper durch Nieren, die Lungen und die Haut. Bloß die kompliziertesten von ihnen, die Eiweißkörper scheinen assimiliert zu werden. Die andern werden einfach zu Reservestoffen.

Also kommen wir zum Schluss: Die Dissimilation, die sich in der Zelle abspielt, ist die Folge ihrer Funktionsart. Sie spielt sich in zwei Phasen ab. In der ersten, der der hydrolytischen Spaltung, der Phase der Gährung ohne Luftzutritt, entsteht aus dem Protoplasmaeiweiß Harnstoff oder analoge Verbindungen (harnsaure Salze, Kreatinkörper u. s. w.), und zugleich bilden sich dem entsprechend die Kohlehydrate und Fettkörper. In der zweiten Phase, der Phase der Oxydation, verschwinden ihrerseits die Zucker und Fette, (die

entweder aus der Dissimilation des Eiweißes resultieren oder aus der Nahrung stammen). Die Kohlehydrate werden teilweise verbrannt: der größere Teil wird aber, besonders wenn die Muskulatur in Ruhe ist, in Fette verwandelt, und zwar durch einen einfachen Gährungsvorgang, bei dem eine große Menge Kohlensäure frei wird. Schließlich verschwinden auch die Fettkörper selbst infolge einer richtigen Verbrennung, einer langsamen, aber völligen Oxydation.

Das einfache Phänomen der Oxydation, das offenbar in allen Gewebszellen, wo Fette entstehen, dasselbe ist, hat keinen weiteren Effekt als den, dass es dem Körper die große Wärmemenge liefert, über die er verfügt. Das Verschwinden der an Kohlenstoff reichen Reduktionsprodukte, die aus der Dissociation des Eiweißes resultieren, macht die zweite Phase aus, die Oxydationsphase in der Dissimilation. Sie bringt dem Tier allein drei Viertel der Energie, über die es verfügt.

Doch diese Oxydationsprozesse, die nur, so zu sagen, an der Peripherie der Zellen und mit Hilfe des unaufhörlich vom Blute herbeigeschafften Sauerstoffes vor sich gehen, vollziehen sich nicht direkt. Jaquet hat 1892 gezeigt, dass das Blut fast gar nicht die am allerleichtesten oxydierbaren Stoffe oxydiert. Sie absorbieren dagegen sehr schnell Sauerstoff, wenn man dem Blut eine geringe Menge vom Gewebe oder von einem abgekühlten Extrakt bestimmter Organe (wie Lunge, Muskeln u. s. w.) zusetzt. Solche Extrakte enthalten ein richtiges Oxydationsferment, das in Wasser löslich und in Alkohol ausfällbar ist. Seine oxydationsanregenden Eigenschaften verliert es ganz, wenn man eine Lösung desselben auf 70 bis 80 Grad erwärmt.

Bei den Tieren fällt uns besonders dies Oxydationsphänomen auf, durch das zum großen Teil die Wärme geliefert wird, und das ist der Grund, warum wir so lange die Funktionen der Gewebe, die ohne Luftzutritt ausgeübt werden, verkannt haben. Aber gerade diese Funktion des Zellprotoplasmas, die unbeeinflusst ist vom Zutritt von freiem Sauerstoff, bildet den für jede Zelle eigentümlichen Abschnitt ihres Lebens, durch den jedes Gewebe sich von anderen unterscheidet, in dem die besonderen Stoffe gebildet werden, die Fermente, die stickstoffhaltigen Zwischenprodukte, die oft besonders starke Wirkungen hervorrufen können (Ptomaine, Leukomaine, Toxine), endlich die Reservestoffe, die der Körper benutzt, wenn er sie nötig hat, um seinen Bedürfnissen der Reproduktion, der Wärmeproduktion oder der mechanischen Arbeit Genüge zu leisten.

Zur Entwicklung des Mitteldarmes bei den Arthropoden.

Von Prof. **A. Korotneff** in Kiew.

Meine Präparate über die Entwicklung von *Gryllotalpa* durchmusternd, nachdem die Untersuchungen von Karawaew[1]) über *Pyrrhocoris* und Heymons[2]) über *Phyllodromia*, *Periplaneta* und *Gryllus* mir bekannt geworden sind, habe ich gefunden, dass die Angaben dieser Forscher über die Entwicklung des Mitteldarmepithels sich bei *Gryllotalpa* vollständig bestätigen. In dieser Hinsicht ist also meine frühere Beobachtung, dass jenes einen mesodermalen Ursprung besitzt, zu berichtigen. Die von mir gegebene Beschreibung lautet so[3]): „Wir „sehen den Mitteldarm als ein Konglomerat aus Dotterschollen bestehen, „zu dem einerseits ein langer Oesophagus und andrerseits ein ge„bogener und kurzer Dünndarm führt. Am Mitteldarm ist noch eine „eigentümliche Bildung zu erwähnen. An seinem oberen Teile, dort „wo der Oesophagus einmündet, sind zwei aus Zellen zusammenge„setzte blattförmige Bildungen, eine ventrale und eine dorsale, gewisser„maßen, wie angeklebt". Ich muss noch erwähnen, dass zwei ganz ähnliche, auch blattartige, oder wenn man will, schürzenähnliche, aus prismatischen Zellen gebildete Polster vom unten, von Proctodeum sich nach oben erheben und den Dotterschollen aufliegen. In dieser Weise ist die Mitteldarmmasse aus Dotterschollen gebildet, die von vier Zellpolstern, oder wie bei *Pyrrhocoris* von vier Strängen allmählich umwachsen werden. Letzterer Prozess vollzieht sich in der Art, dass die vier Polster zu gleicher Zeit gegeneinander (von oben nach unten) und lateral wachsen; über ihren Ursprung kann gar kein Zweifel existieren: die zwei oberen sind Auswüchse des Stomadeums und die zwei unteren des Proctodeums; damit ist gesagt, dass die Polster einen ektodermalen Ursprung besitzen. Bei der *Gryllotalpa* also entsteht der ganze Darm nur aus Ektoderm.

Im großen und ganzen also muss man zu dem Schlusse kommen, den Heymons folgendermassen ausdrückt: „Die den „Mitteldarm der Insekten bildende Schicht würde demnach als eine „Neubildung aufzufassen sein. Hierbei ergibt sich allerdings die un„angenehme Konsequenz, dass die Insekten im erwachsenen Zustande „überhaupt kein Entoderm mehr besitzen". Ich möchte daher nur sagen, dass dieser Schluss „unangenehm" nur dann wäre, wenn er ganz einzeln stände und keine Beziehung zu den embryonalen

1) Karawaew, Zur embryonalen Entwicklung von *Pyrrhocoris apterus* Nachrichten der Naturforschergesellschaft in Kiew, Bd. XIII, 1. Heft.

2) Heymons, Ueber die Bildung der Keimblätter bei den Insekten. Sitzungsberichte der k. preuß. Akademie zu Berlin, 1894, I.

3) Korotneff, Die Embryologie der *Gryllotalpa*. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd. XLI, S. 593.

Erscheinungen hätte, die bei den übrigen Arthropoden vorkommen. Bei den Crustaceen und Spinnen nämlich sehen wir das wahre Entoderm eine bedeutende, plastische Rolle im Aufbau des Organismus spielen, aber anstatt den Mitteldarm zu bilden, dient es zur Formation der Leber. Diese Erscheinung steht in direktem Verhältnis zu der bedeutenden Entwicklung des Stoma- und Proctodeums, welche zusammentreffen und für sich selber den ganzen Darmtraktus bilden, welcher in dieser Weise auch eine rein ektodermatische Natur besitzt: das Entoderm wird damit nicht angeschlossen, wie bei den Insekten: es wird nur zur Seite geschoben und bildet die Leber, welche also als wahrer, eigentlicher Magen anzusehen ist.

Im Gebiete der Embryologie kommt es oft vor, dass die Verschiedenheiten der existierenden Meinungen nicht aus der Mannigfaltigkeit der Erscheinungen oder der Ungenauigkeit der Beobachtungen entspringen, sondern dem verschiedenen Standpunkte des Autors ihren Ursprung verdanken. Ich will damit sagen, dass eine mesodermale Entstehung des Mitteldarms auch nicht als ausgeschlossen anzusehen ist. Als Beispiel kann uns die Entwicklung von *Pyrrhocoris* dienen. Die Entstehung der Zellen vom Ektoderm, welche, als Polster, den Mitteldarm ausbilden, geschieht bei *Pyrrhocoris* viel früher, als bei *Gryllotalpa* und zu gleicher Zeit mit der allgemeinen Entstehung des Mesoderms; in dieser Weise kann er also als vorderer Abschnitt des Mesoderms angesehen werden; mit ihm befindet er sich im Zusammenhange und wird erst nach dem Entstehen des Stomadeums von ihm abgetrennt; da er sich dem Stomadeum bald anschmiegt, bildet er die erwähnten Polster aus.

Damit ist also der Standpunkt, nach welchem der Mitteldarm seinen Ursprung dem Mesoderm verdankt, nicht nur nicht ausgeschlossen, sondern ganz den Thatsachen entsprechend.

Max Fürbringer, Untersuchungen zur Morphologie und Systematik der Vögel, zugleich ein Beitrag zur Anatomie der Stütz- und Bewegungsorgane.

(Zwölftes Stück.)

Ueber die systematische Verwertbarkeit der einzelnen Schulter- und Flugmuskeln sei — da früher schon davon ausführlich gesprochen wurde — nur folgendes erwähnt. Vortrefflich eignet sich für taxonomische Folgerungen der Cucullaris (mit C. dorso-cutaneus, propatagialis, metapatagialis und omo-cutaneus), denn seine Dicke, seine wechselnden Dimensionen und namentlich die Sonderung in einen Kopf- und Halsteil geben mannigfache Direktiven. Ein gleiches gilt auch für den

zur Spinalflur in Beziehung tretenden Cucullaris dorso-cutaneus und den Cucullaris propatagialis. Die markanteste Ausbildung unter allen Muskeln der vorderen Extremität aber weist die Gruppe der propatagialen Muskeln (der Cucullaris, Pectoralis, Biceps, Deltoides propatagiales und endlich der Propatagialis longus und brevis) auf; aus diesem Grunde sind diese Muskeln auch von mehreren Autoren für systematische Zwecke verwendet worden. Der Pectoralis propatagialis, über welchen Nitzsch, Thuet, Perrin, Haswell etc. einige für die Klassifikation der Vögel allerdings belanglose Notizen veröffentlicht haben, erlangt durch sein Auftreten als einfacher, doppelter oder dreifacher Muskel, durch seine wechselnde Lage und sein verschiedenes histologisches Verhalten eine ziemlich hohe systematische Wichtigkeit. Der Biceps propatagialis ist durch die gründlichen Untersuchungen Garrods als ein sehr konstantes Klassifikationsmerkmal erkannt worden. Wenn auch dieser Forscher den Wert des Muskels für Einteilung der Vögel überschätzt hat, so erblickt doch auch F. in ihm ein vortreffliches und bei zahlreichen Gruppen auch konstantes Familienmerkmal, obgleich er andererseits auch wieder zur Abgrenzung derartiger Abteilungen, wie z. B. der *Tubinares*, *Steganopodes*, *Pelargi*, *Psophiidae* und *Cariamidae*, *Galli* etc., als nicht geeignet sich erweist. Auch der Deltoides propatagialis, der merkwürdigerweise überhaupt noch gar nicht für systematische Zwecke benutzt worden ist, bietet nach seinem Ursprunge, seiner Länge, Breite und Dicke, und vor allen Dingen je nachdem er als einheitlicher, doppelter oder partiell getrennter Muskel auftritt, wichtige Direktiven dar, mit Hilfe welcher man namentlich innerhalb gewisser Familien (wie z. B. der *Tubinares*, *Galli*, *Psittaci*, *Accipitres*, *Cuculidae*, *Pici*, *Passeres*) manche Aufklärung über die tiefere oder höhere Stellung der verschiedenen Gattungen erhalten kann. Wenn auch schon Nitzsch und im gewissen Grade auch Heusinger und Lauth auf den systematischen Wert des Propatagialis brevis und longus (Tendo propatagialis) für manche Familien, besonders für die *Herodii* und *Gypaëtos*, *Upupidae*, *Picidae* und *Passeres*, aufmerksam gemacht, so hat doch erst Garrod durch die Untersuchung seiner Struktur bei den *Anomalogonatae* den hervorragenden taxonomischen Wert desselben bewiesen. Perkin, Reinhardt, Haswell, Beddard, Weldon und nicht zuletzt Forbes lieferten dann weitere darauf bezügliche wichtige Beiträge; auch F. konnte im großen ganzen durch seine umfassenden Untersuchungen nur Garrods Befunde bestätigen und erachtet deshalb die allgemeine Verwertbarkeit dieses Propatagialis als über jeden Zweifel dastehend. Sein einheitliches Verhalten oder seine graduellen Verschiedenheiten kennzeichnen einerseits gut die *Alcidae*, *Laridae* und *Limicolae*, die *Steganopodes*, *Palamedeidae*, *Pelargo-Herodii*, die *Anseres*, die verschiedenen *Alectorides* und *Fulicariae*, die *Crypturi*, *Galli*, *Opisthocomus*, die *Pteroclidae*

und *Columbae*, die *Makrochires*, *Pici*, *Pseudoscines* und *Passeres*, andrerseits sind seine hochgradigen Variierungen von großer Bedeutung bei den *Tubinares*, *Pelargo-Herodii* und *Accipitres*; selbst die den Systematikern so viel Schwierigkeiten verursachende Gruppe der *Strigidae* und *Coccygomorphae* lässt sich bei allerdings auch nur vorsichtiger Verwendung dieses Propatagialis in verständlicher Weise gliedern. Unter den metapatagialen Muskeln (Cucullaris, Serratus, Pectoralis (thoracicus und abdominalis) und Latissimus metapatagialis), welche im allgemeinen den propatagialen an taxonomischer Bedeutung nachstehen, erlangt nur der Serratus und Latissimus metapatagialis größere Wichtigkeit, die andern kommen nur ganz vereinzelt vor und wechseln wahrscheinlich sogar individuell in ihrem Auftreten. Die Struktur, Größe und Faserrichtung des ersteren (Serrat. metapatag.), sowie seine Lage im Verhältnis zu den anderen *Serrati* bilden Charaktere, die sich hauptsächlich bei manchen *Coccygomorphae* gut systematisch verwenden lassen. Dieser Muskel fehlt allen Ratiten mit Ausnahme des *Apteryx*, dasselbe ist aber auch bei den *Impennes*, bei einzelnen *Fulicariae* und den meisten *Makrochires* und *Atrichia* der Fall, und zwar in Folge sekundärer Rückbildung. Dagegen ist seine Existenz bei *Apteryx* um so höher anzuschlagen, weil dadurch dieser Vogel mit den Carinaten Aehnlichkeiten zeigt. Auch der Latissimus metapatagialis, der ebenfalls gewissen Carinaten, zum Teil abermals infolge sekundärer Rückbildung, zum Teil auch, weil er überhaupt bei ihnen noch nicht zur Ausbildung kam, fehlt, findet sich unter allen Ratiten nur bei *Apteryx*.

Von den übrigen zur Haut und den Pterylen in Beziehung tretenden Muskeln (Cucullaris dorso-cutaneus und omo-cutaneus, Latissimus dorso-cutaneus und omo-cutaneus, Pectoralis abdominalis) kommen die omo-cutanen Muskeln (mit Ausnahme des *Apteryx*, der unter den bekannten Ratiten sie allein besitzt) zu keiner bedeutungsvollen Entwicklung. Anders ist es mit der dorso-cutanen Gruppe. Die Existenz oder Nichtexistenz des Latissimus dorso-cutaneus, seine Ursprungsverhältnisse und Lagebeziehungen zur Beinmuskulatur sind insbesondere für die Abgrenzung der *Alcidae*, *Laridae* und *Limicolae*, der *Galli* und namentlich der *Coccygomorphae*, *Makrochires*, *Pici*, *Pseudoscines* und *Passeres* sehr ausschlaggebend. Auch der *Pectoralis abdominalis* besitzt eine ähnliche Bedeutung. Er ist zwar seit alters her bekannt und bei verschiedenen Vögeln auch näher beschrieben, aber im ausgedehnten Maße systematisch noch nicht verwendet worden. Während er den jetzt lebenden Ratiten fehlt (nur bei *Apteryx* ist ein ihm vergleichbares Gebilde vorhanden), ist bei den Carinaten in der Ausbildung seiner vorderen und hinteren Partie, in dem gegenseitigen Verhalten derselben in der Verteilung des Muskels- und Sehnengewebes, in dem Verhalten des proximalen Teiles bezüglich der Insertion etc.

ein großer Wechsel zu konstatieren, welcher zur Charakterisierung verschiedener Familien wohl verwendbar ist. Die Mm. thoracici superiores (Rhomboides superficialis und profundus, Serratus superficialis anterior und posterior und Serratus profundus) haben bisher bei den Ornithotomen nur geringes Interesse erweckt und sind systematisch noch gar nicht verwertet worden. Ihre taxonomische Wichtigkeit ist im ganzen aber auch geringer als die der vor ihnen besprochenen Muskeln. Ebenfalls nur mäßiges systematisches Interesse beansprucht namentlich der Rhomboides superficialis. Höher steht aber in dieser Hinsicht der Rhomboides profundus: seine Breite, Ursprungsstelle, sowie die Lagenbeziehungen zum Rhomb. superficialis geben recht gute systematische Merkmale ab. Von den beiden Serrati superficialis anterior und posterior dagegen weist nur der letztere einige für die Systematik taugliche Eigenschaften auf. Von größerem Interesse hingegen ist wieder der Serratus profundus der Ratiten. *Casuarius* und vor allem *Struthio* sind nämlich durch eine sehr reiche Differenzierung desselben ausgezeichnet und repräsentieren dadurch sehr primitive reptilienähnliche Verhältnisse; bei *Rhea* und *Apteryx* aber ist das Verhalten des in Rede stehenden Muskels ein viel einfacheres und leitet er dadurch zu den Carinaten über, bei denen er im großen und ganzen bei ziemlich einförmiger Ausbildung vorkommt, aber trotzdem bei manchen Gruppen (wie beispielsweise bei den *Pelargo-Herodii*, den *Fulicariae*, *Coccygomorphae*) mancherlei charakteristische Eigenschaften erkennen lässt. Der Sterno-coracoideus zeigt in der Regel eine sehr einfache Entfaltung, infolgedessen er nur wenig für die Systematik benutzbar ist, jedoch aber auch bei manchen Gruppen eine recht charakteristische Beschaffenheit annimmt und dann recht gut, wie z. B. bei den *Musophagidae*, *Coliidae*, *Makrochires* etc., zur Feststellung dieser oder jener Verwandtschaft dienen kann. Auch seine Variierungen innerhalb mancher Familien (z. B. der *Accipitres*) gewähren in vielen Fällen Aufschluss über die Stellung der verschiedenen Glieder derselben, und endlich kann auch das gar nicht selten vorhandene Missverhältnis zwischen seiner Größe und der des Proc. sterno-coracoideus sterni zur Klarlegung früherer phylogenetischer Zustände benutzt werden. Auch die Untersuchung der Mm. brachiales inferiores (des Pectoralis thoracicus, Supracoracoideus, Coraco-brachialis anterior und posterior, Biceps brachii und Brachialis inferior) hat F. eine reiche Ausbeute geliefert. Einzelne dieser Muskeln sind überdies früher schon eingehend studiert und zur Klassifikation der Vögel verwertet worden. So machte Rolleston, Rüdinger und Selenka zuerst auf die Sonderung der Pectoralis thoracicus in 2 Schichten bei gewissen Vögeln aufmerksam, während Garrod, Forbes, Weldon und Beddard auf diese Verhältnisse bei den *Tubinares*, *Steganopodes*, *Pelargi* und *Herodii* näher eingingen und systematisch verwerteten. Von schwerwiegender Bedeu-

tung ist aber in erster Linie das wechselnde und komplizierte Verhalten des in Rede stehenden Muskels am Ursprunge, ferner seine Beziehungen zu den benachbarten Muskeln, die Größe seiner Teile u. a. m. Der Supracoracoideus, ebenfalls vereinzelt schon von verschiedenen Forschern studiert, aber eingehend taxonomisch noch nicht verwertet, stellt gleichfalls ein ungemein charakteristisches Gebilde dar und gewährt durch Entwicklung seiner verschiedenen Ursprünge, das Verhalten seiner Endsehne zur Kapsel, zu dem Lig. scapulo-humerale laterale und zu ihrer Insertionsstelle, durch seine Beziehungen zu den Nachbarn und durch seine Größe und Ausdehnung zahlreiche wichtige Anhaltepunkte. Der Coraco-brachialis anterior s. externus besitzt im allgemeinen nur geringen taxonomischen Wert, jedoch eignet er sich vortrefflich zur Aufklärung der Beziehungen der Ratiten unter einander und der Urgeschichte der Vögel. Auch der systematische Wert des Coraco-brachialis posterior s. internus ist kein weitragender; nur manche Gruppen, wie die *Paridae*, *Cariamidae*, *Opisthocomidae*, *Pici*, *Coliidae* und *Makrochires* heben sich infolge der besonderen Weise seines Ursprungs und seines Verhaltens zu dem Sterno-coracoideus ziemlich scharf ab. Der Biceps brachii ist insbesondere von Nitzsch, Sundevall, Haswell und Forbes auf seinen systematischen Wert geprüft worden. Bei umfassender Berücksichtigung der wechselnden Ausbildung seines Ursprungs, des verschiedenen Verhaltens der Ursprungsfläche und der Endsehnen, der Sonderung des Muskelbauches und der Größe ergeben sich in der That auch sicher wichtige Charaktere, die allerdings in vielen Fällen weniger zur Auseinanderhaltung als zur Verknüpfung der Familien brauchbar sind. Auch die Gruppe der Mm. brachiales superiores, Latissimus dorsi anterior und posterior, Deltoides major und minor, Scapulo-humeralis anterior und posterior, Subcoracoscapularis, Anconaeus scapularis coracoideus und humeralis weist eine Reihe Merkmale von großer systematischer Bedeutung auf. Latissimus dorsi anterior und posterior geben bei gehöriger Berücksichtigung der Ursprungs- und Insertionsweise, der Beziehungen zu einander und zu den benachbarten Muskeln der verschiedenen Größe etc. eine Reihe wichtiger Charaktere; so zeichnet sich z. B. einerseits unter den Baumvögeln namentlich *Todus*, *Upupa*, *Alcedo*, ferner die *Makrochires*, *Pici*, *Pseudoscines* und viele *Passeres* durch einen schmalen (oder ganz rudimentären) L. anterior aus, andrerseits fehlt der L. posterior *Otis*, *Pterocles* und mehreren *Columbae*, *Indicator*, den *Picidae* und ebenfalls vielen *Passeres* gänzlich. Unter allen oben namhaft gemachten Mitgliedern dieser Gruppen beansprucht aber in erster Linie der Deltoides major die größte Beachtung, seine Beziehungen zu den Nachbarmuskeln, sein wechselnder Ursprung von der Scapula, Clavicula und Schulterkapsel, seine Insertion und der mannigfache Wechsel der Größe kommen dabei hauptsächlich in Betracht. Auch der Deltoides

minor bietet in seinem verschiedenartigen Ursprunge, in seiner wechselnden Länge, in seinem Verhalten zum Supracoracoideus und Deltoides major und in seiner bei gewissen Gruppen stattfindenden Sonderung in eine Pars ventralis und Pars dorsalis manches brauchbare systematische Merkmal dar. Von den beiden Scapulo-humerales zeigt der Scap. humeralis posterior ein nur wenig charakteristisches Gepräge, der anterior hingegen, zu den vorwiegend retrograden Muskeln der Vögel gehörend, gewährt infolge der verschiedenartigsten Ausbildung wiederum ein gutes Differentialmoment. Wie der Deltoides major gehört auch der Subcoracoscapularis, welcher sehr versteckt liegt und aus diesem Grunde bisher sehr vernachlässigt worden ist, zu den in systematischer Hinsicht wichtigsten Schultermuskeln, namentlich bildet das wechselnde Größenverhältnis der coracoidalen und scapularen Abteilung, die Entwicklung des Subscapularis externus, die Sonderung des Subcoracoideus, die mannigfachen Beziehungen der Ursprungs bedeutsame Momente, von denen das erstere das wichtigste zu sein scheint. Eine fast gleiche Würdigung beansprucht auch der Anconaeus mit seinen 3 Köpfen: A. scapularis, A. coracoideus und A. humeralis (zu denen bei den *Impennes* sich noch ein besonders ausgebildetes Caput claviculare gesellt). Bei dem ersten Kopfe ist hauptsächlich der nach Ausdehnung und histologischer Struktur ungemein wechselnde Ursprung, das Verhalten seiner verschiedenen Ankerungen und die Einlagerungen in seine Endsehne (Patella ulnaris) von Bedeutung, und werden dadurch insbesondere die *Impennes, Podicipidae, Anseres, Tubinares, Galli* etc. gut charakterisiert, aber auch innerhalb anderer Abteilungen (z. B. bei den *Steganopodes, Limicolae, Accipitres, Coccygomorphae* etc.) die gegenseitigen Verhältnisse klargelegt. Die taxonomische Wichtigkeit des Anconaeus coracoideus — einer uralten, von den reptilienartigen Vorfahren der Vögel übernommenen Bildung — haben zumeist Garrod, Forbes schon in eingehender Weise hervorgehoben. Die sehr wechselnde Konfiguration der Lig. sterno-scapulare internum, die Beziehungen der Sehne zu den benachbarten Mm. scapulohumeralis posterior, coraco-brachialis posterior etc., die mannigfachen Rückbildungszustände des Sehnenanfanges, die wechselnde Existenz des quergestreiften Muskelbauches gewähren zahlreiche systematische Direktiven und eignen sich, vorsichtig benutzt, recht wohl zur Beurteilung der mehr oder weniger primitiven Stellung dieses oder jenes Vogels. Am Ancon. humeralis scheint F. die Entwicklung des Caput breve nicht von systematischer Wichtigkeit zu sein, wohl aber die sehr wechselnden Beziehungen des hinteren und medialen Kopfes zu einander, die mannigfaltige Größe beider und endlich auch das spezielle Verhalten des medialen Kopfes. Die Verwendung der Muskeln an Vorderarm und Hand für systematische Zwecke hat bis jetzt wenig befriedigende Ergebnisse geliefert. Die Hauptursache dieser Erschei-

nung ist aber in dem Umstande zu suchen, dass diese Muskelgruppen bis heute nicht in eingehender und umfassender Weise untersucht worden sind. F. hat im Laufe seiner Studien an diesen Muskeln manches gut für seine Zwecke verwertbare Merkmal gefunden und ist der Ansicht, dass, falls andere Forscher sich damit weiter beschäftigen, noch weit mehr zu erwarten ist.

In erster Linie scheinen ihm die Mm. brachio-radiales volares, brachio-ulnaris volaris, brachio-ulnaris dorsalis, Flexor carpi ulnaris, Ulno-metacarpales dorsales, Flexor brevis digiti III, Extensor metacarpi radialis und E. pollicis long., die beiden Flexores digitorum longi, das Caput accessorium des Indikator und endlich die mannigfaltige Anordnung der elastischen Züge und glatten Muskeln, die zu den Remiges in direktere Beziehung treten, recht brauchbare systematische Merkmale zu geben.

Aus dem Umstande, dass schon seit alters die Fußbildung der Vögel für die Systematik derselben verwendet worden ist, erklärt sich auch hauptsächlich die gründliche Untersuchung und taxonomische Benützung der Muskulatur der hinteren Extremität. Meckel, Nitzsch und Sundevall verdanken wir diesbezügliche wertvolle Resultate, namentlich der letztere hob ganz besonders die systematische Bedeutung des Ambiens, Pyriformis, Semitendinosus und der Sehnen der langen Zehenbeuge hervor. Garrod (und mit ihm unter anderem Forbes, Weldon und Beddard) berücksichtigte in hervorragender Weise taxonomisch diese Gebilde, wendete seine Aufmerksamkeit auch noch einigen neuen Muskeln, dem Obturator externus, Tensor fasciae cruris, Biceps cruris und Semimembranosus, zu und gründete dann sein ornithologisches System hauptsächlich auf diese Muskeln. Sehr gründliche Untersuchungen der Muskulatur des Beines und Fußes verdanken wir Garrod, er berücksichtigte dabei nicht nur einen Teil der Eigenschaften der einzelnen Muskeln, sondern gab eine gründliche Beschreibung aller, förderte dadurch die myologischen Kenntnisse der hinteren Extremität in ganz hervorragender Weise und zeigte gleichzeitig, dass eine reiche systematische Ausbeute zu erwarten ist, wenn die Untersuchungen sich auf größere Tierreihen erstrecken. Das ornithologische System Garrods stützt sich in der Hauptsache auf den Ambiens [je nach der Existenz oder Nichtexistenz desselben stellt G. die beiden Unterklassen der Vögel: *Homalogonatae* und *Anomalgonatae* auf: jedoch ist dieser Einteilungsgrund, wie auch G. schon selbst eingesehen, kein durchgreifender, und der Muskel, der auch nach F.s Ansicht, bei maßvollen Ansprüchen zweifellos ein treffliches Merkmal abgiebt, kann infolge sehr großer Variabilität innerhalb mancher Familien und selbst Gattungen und Arten nicht zur Trennung der Vögel in 2 Hauptabteilungen (Subklassen) benutzt werden], Pyriformis (Caud-ilio-femoralis Gadow) mit seinem Caput caudale und C. iliacum, den Semitendinosus

mit der Pars suralis und der P. femoralis (sie verwendet G. hauptsächlich zur weiteren Einteilung der beiden Unterklassen in Ordnungen und Familien); auch die ovale oder dreieckige Gestalt der Ursprungsfläche des Obturatur externus, sowie die Größe und Existenz des postacetabularen Teiles des Tensor fasciae sind berücksichtigt worden. Der Verteilung des Ursprungs der gemeinsamen Muskelmasse der Zehenbeuger innen und außen von Condylus externus femoris wendete hauptsächlich Alex seine Aufmerksamkeit zu. Diejenigen Vögel, bei welchen der äußere Ursprung überwiegt (z. B. die *Rapaces*) nennt er Ektomyens, diejenigen aber, wo der innere Ursprung bedeutender wird (wie dies der Fall bei den meisten *Grallatores* und *Natatores*) bezeichnet er als Entomyens, denen endlich, bei welchen beide Ursprungsstellen in Bezug auf ihre Ausbildung ungefähr gleich gut entwickelt sind, legt er die Bezeichnung Homoeomyens bei. F. möchte jedoch dieser Klassifikation so lange keine tiefgreifende Bedeutung zuerteilt wissen, als nicht durch umfassende Untersuchungen der genealogische Wert dieser Verhältnisse klargelegt ist. Auch das gegenseitige Verhalten der tiefen plantaren Sehnen des Flexor hallucis longus und Fl. digitorum, auf welche Sundevall zuerst aufmerksam machte, hat durch Garrod eine ausgedehnte Berücksichtigung gefunden. Da es sich in diesem Falle um ein Kennzeichen handelt, das zu der wechselnden Stellung der Zehen im innigsten Konnex steht, so hält auch F. seine Verwendung für die Systematik als eine glückliche.

Trotz umfangreicher, zum Teil recht genauer anatomischer Untersuchungen des Gehirns und Rückenmarks, ist doch eine Benutzung des Nervensystems für systematische Zwecke bis jetzt nur in ganz untergeordneter Weise möglich gewesen und wird es auch bleiben, weil rationelle, auf reiches Material basierende und mit speziellen taxonomischen Endzielen ausgeführte Arbeiten darüber bis heute fehlen und infolge der schwierigen Beschaffung gut erhaltener Untersuchungsobjekte auch noch lange nicht vorhanden sein werden. Weil das Gehirn als Gradmesser der Intelligenz von Bedeutung ist, so wird bei seiner Verwendung für systematische Zwecke auch darauf Rücksicht zu nehmen sein, d. h. die mit dem relativ größten Gehirn ausgestatteten Vögel müssten die Spitze des Systems einnehmen. Zahlreiche derartige Untersuchungen sind schon seit lange angestellt worden, namentlich hat sich Tiedemann, Leuret, Bumm und Serres damit eingehend beschäftigt, bis jetzt ergab sich aber im wesentlichen nur aus derartigen Forschungen, dass eine hohe Stellung der *Passeres* und *Picidae* in einem darauf basierenden Systeme kaum zu bezweifeln, dass aber weitere diesbezügliche Untersuchungen noch durchaus erforderlich sind.

Weil noch keine Arbeit über das peripherische Nervensystem existierte, welche F. für seine Zwecke gebrauchen konnte, sah er sich veranlasst, den Plexus brachialis bei einer großen Anzahl der Vögel

selbst eingehend zu studieren und die systematische Bedeutung desselben zu prüfen. (Die Kenntnis des sympathischen Nervensystems und der Nebenniere scheint F. im taxonomischen Sinne noch so wenig gefördert zu sein, dass er dieselbe unberücksichtigt ließ). Das Ergebnis dieser Studien war im ganzen ein nur geringes; von einigem Wert für die Systematik haben sich nur ergeben die Verbindungen des N. supracoracoideus mit dem N. subcoracoscapularis (bei *Eulabeornis*, den *Strigidae*, *Podargus*, *Eurystomus* etc.) und mit dem N. sternocoracoideus, der Durchtritt des N. radialis durch den M. deltoideus major (wodurch sich u. a. *Chunga* von den übrigen *Alectorides*, *Opisthocomus* von den echten *Gallidae*, die *Columbidae* von den *Pterocles*, die *Capitonidae* und *Rhamphastidae* von *Indicator* und den *Picidae* unterscheiden); endlich beansprucht auch Berücksichtigung der Durchtritt des N. supracoracoideus durch den Brustgürtel und den M. subcoracoideus. Nur mit großer Vorsicht ist hingegen für systematische Zwecke zu benutzen das mehr offene oder geschlossene Verhalten des in Rede stehenden Plexus, das frühere oder spätere Abgehen der einzelnen Aeste, die Art dieser Abzweigung, die Ausbildung der R. communicans n. axillaris cum n. radialis etc.

Von den Sinnesorganen kann, da bis jetzt darüber Untersuchungen mit Berücksichtigung der Systematik nur in unvollkommener Weise angestellt worden sind, höchstens das Gesichts-, Gehör- und Geruchs-Organ einigen taxonomischen Wert beanspruchen. Obwohl das Auge von zahlreichen Forschern studiert worden ist, so scheinen doch die bisherigen Befunde im großen und ganzen für eine breitere systematische Verwertung dieses Organs noch nicht auszureichen. Zwar ist seiner Lage und Größe eine gewisse systematische Bedeutung nicht abzusprechen; beide können jedoch keinen ausschlaggebenden Aufschluss über verwandtschaftliche Beziehungen geben. Auch die Form des Bulbus, insbesondere die Größenverhältnisse der Axe, ferner die Wölbung und Größe der Cornea, die Gestalt und der Brechungsindex der Linse, der Corpus vitrium scheinen mehr nach der Lebensweise als nach der Verwandtschaft sich entwickelt zu haben. Deutlicher hingegen tritt die taxonomische Bedeutung des (auch bei einigen Reptilien in geringerer Ausbildung sich vorfindenden) Pecten hervor und zwar namentlich betreffs der Länge und Breite desselben (durch welche sich z. B. *Anseres* und *Pelargi* zusammenfinden), seiner Beziehungen zur Linsenkapsel und der Zahl und Anordnung der (2—30) Fächerfalten (hinsichtlich welcher sich große Differenzen zwischen *Casuarius* und *Struthio*, *Colymbidae* und *Alcidae*, *Accipitres* und *Strigidae*, dagegen mannigfache Uebereinstimmungen bei den *Alcidae*, *Laridae* und *Limicolae*, bei den *Colymbidae*, *Podicipidae* und *Anseres* etc. finden). Auch im Gebiete der Chorioidea und des vorderen Uvealtractus zeigen sich mancherlei Verschiedenheiten, welche aber erst einer gründlichen Be-

arbeitung bedürfen, ehe sie ausgedehntere systematische Verwertung erfahren können. Von der Muskulatur des Bulbus endlich dürften die den Vögeln und Reptilien gemeinsamen Mm. quadratus und pyramidalis, vorausgesetzt, dass sie noch genauer untersucht werden, einige systematische Direktiven darbieten.

Dr. F. Helm.

(Fortsetzung folgt.)

Oscar Hertwig, Die Zelle und die Gewebe. Grundzüge der allgemeinen Anatomie und Physiologie.

Jena. Gustav Fischer. Gr. 8. 168 Abbildungen. 296 Seiten.

Verf. verfolgt die Absicht, die Lücke, die von den gebräuchlichen Lehrbüchern der Histologie sowohl wie der Physiologie gelassen wird, indem jene sich nur vom anatomischen Standpunkt aus mit den fertigen Geweben beschäftigen, diese aber alle die nur mikroskopisch zu beobachtenden Vorgänge recht kurz behandeln, auszufüllen, indem er alles anatomische, physiologische und entwicklungsgeschichtliche Wissen über die Elementarorganismen zusammenfasst. Dabei will er zugleich seine rühmlich bekannte Entwicklungsgeschichte ergänzen, indem er einerseits die Vorgänge bei der Befruchtung, als einer Erscheinung des Zelllebens und andrerseits die Histogenese näher beleuchtet, während in jenem Lehrbuch nur die morphologische Seite der Entwicklungsgeschichte zu ihrem Rechte kam. Von diesem Plan liegt aber erst die Hälfte ausgeführt vor, nämlich die Physiologie und Anatomie der Zelle, während der zweite Teil jetzt wohl schon in kurzer Zeit erwartet werden darf.

Das Buch ist dadurch sehr anregend, dass der Verf. überall auf die letzten Probleme eingeht und, während er jedesmal seine eigene Anschauung begründet, auch die abweichenden ausführlich darlegt. Jedem der sich über eine Frage genauer orientieren will, werden die reichen Litteraturübersichten willkommen sein, die am Schlusse jedes der 9 Kapitel zusammengestellt sind. Das erste derselben ist einer geschichtlichen Einleitung über Zellen- und Protoplasmatheorie gewidmet, im zweiten sind alle chemisch-physikalischen und morphologischen Daten über die Zelle und die Zellteile zusammengestellt. Die drei nächsten behandeln Bewegungs- und Reizerscheinungen und Stoffwechsel der Zelle. In zwei reichen Kapiteln werden sodann Zellteilung und Befruchtung mit allen hierhergehörigen Vorgängen und Hypothesen dargestellt. Ein eigenes kleines Kapitel bespricht die Wechselwirkungen zwischen Kern und Protoplasma und endlich werden noch unter dem Titel „die Zelle als Anlage eines Organismus“ die Vererbungstheorien

erörtert. Alle Kapitel aber sind durch ihre Darstellung ebenso leicht verständlich für den Anfänger wie durch ihre Reichhaltigkeit anregend. W.

Programm für das Werk: „Das Tierreich". Eine Zusammenstellung und Kennzeichnung der rezenten Tierformen.

Herausgegeben von der deutschen zoolog. Gesellschaft. Generalredakteur: Franz Eilhard Schulze. Verlag von Gustav Fischer in Jena

§ 1. Sämtliche lebenden und die in historischer Zeit ausgestorbenen Tierformen, welche bisher erkennbar beschrieben sind, sollen, mit möglichst scharfer und kurzer Diagnose versehen, in systematischer Ordnung aufgeführt werden. Da das Werk nur den jetzigen Zustand unserer Kenntnisse darstellen soll, so sind darin keine Reformen durchzuführen oder neue Forschungsergebnisse mitzuteilen, welche zu ihrer Begründung ausführlicher Erläuterung bedürfen.

§ 2. Die aufgestellten systematischen Gruppen sind genau und kurz zu charakterisieren, wobei besonderer Wert auf die Angabe der unterscheidenden Charaktere zu legen ist, welche daher überall in den Vordergrund gestellt und durch den Druck ausgezeichnet werden sollen. Doch können auch andere, besonders auffallende Charaktere (zweiter Ordnung) berücksichtigt werden, insofern sie für die Erkennung der betreffenden Formen wirklich wesentliche Dienste leisten.

§ 3. Außer den Hauptformen sind auch die Larven, differente Formen und Generationen in möglichster Kürze und mit Verweisung auf die betreffende Litteratur zu berücksichtigen.

§ 4. Von ungenügend beschriebenen, zweifelhaften Arten ist im allgemeinen nur der Name, die wichtigste Litteratur und das Vorkommen anzuführen. Nomina nuda, d. h. Namen, die von keiner Diagnose oder anderer ausreichender Kennzeichnung durch den Druck begleitet erscheinen, sind überhaupt nicht aufzuführen. Kurze Charakteristiken zweifelhafter Arten sind nur dann ausnahmsweise (und in kleinerem Druck) zu geben, wenn der Bearbeiter die Ueberzeugung hat, dass sie sich bei genauer Untersuchung als gute bewähren dürften.

§ 5. Hinter jeder Art folgen deren Unterarten, Varietäten etc. mit Angabe der Litteratur, Diagnose etc. wie bei der Art.

§ 6. Unterarten und Varietäten sind mindestens durch Anführung des Namens und der betreffenden Litteraturstelle zu berücksichtigen. Beschreibungen derselben sind (in aller Kürze) nur dann hinzuzufügen, wenn ihr regelmäßiges Vorkommen hinreichend sicher und ihre Charakteristik eine genügend präcise ist.

§ 7. Hinter jeder Diagnose höherer Gruppen (Gattungen bis Klassen) ist eine Uebersicht der nächst unteren Gruppen, womöglich in Schlüsselform, zu geben, wenn es deren mehr als eine gibt.

§ 8. Die bei der Beschreibung der Arten und zur Charakteristik der höheren Gruppen verwandte Terminologie der Organe ist kurz zu erklären, soweit es thunlich, durch möglichst einfache Abbildungen im Texte zu veranschaulichen. Ferner sind anzuführen:

1) die wichtigsten Synonyme; 2) die leitende Litteratur, mindestens die erste und beste Beschreibung; 3) die besten Abbildungen und 4) die geographische Verbreitung.

§ 9. Für die Behandlung der Artcharakteristik wird folgendes Schema empfohlen:

I. giltiger Name nebst Autor; II. leitende Litteratur, einschließlich der Synonyme und der Angaben über Abbildungen; III. Beschreibung mit Angabe der Maße; IV. Unterschiede von ♂ und ♀, verschiedene Generationen, Kennzeichen der Larven etc., insofern eine besondere Darstellung erforderlich und nicht schon in der Gruppencharakteristik gegeben ist; V. ausnahmsweise können auch biologische Verhältnisse, wie Gallen, Nester etc. berücksichtigt werden, sobald dieselben für die Charakteristik der Arten oder höheren Gruppen wesentlich sind.

§ 10. Falls sich brauchbare Bestimmungsschlüssel herstellen lassen, sind solche den einzelnen Abteilungen anzufügen. Wenn es sich als unmöglich erweisen sollte, Bestimmungsschlüssel für den Gesamtumfang einer Gattung durchzuführen, so sind solche immerhin für die Arten eines geographischen Bezirkes zulässig und wünschenswert.

§ 11. Für die Benennung der Tierformen und der höheren systematischen Gruppen sollen die von der deutschen zoologischen Gesellschaft angenommenen und empfohlenen Regeln, für Farbenbezeichnungen Saccardo's Chromotaxia 1891 und für Abkürzungen der Autornamen die Berliner Autorenliste maßgebend sein.

§ 12. Alle Temperaturangaben sind nach der hundertteiligen Skala (Celsius), alle Maß- und Gewichtsangaben nach dem metrischen Systeme (Meter, Gramm) zu machen.

§ 13. Die Bearbeitung soll in deutscher Sprache, nur ausnahmsweise in englischer, französischer oder lateinischer Sprache erfolgen, und es sind auch die Diagnosen nur in der von dem betreffenden Autor gewählten, nicht aber in der eventuell abweichenden Sprache der Originalbeschreibung zu geben.

§ 14. Zu Anfang eines jeden, in sich abgeschlossenen Teiles ist ein systematisches, am Schlusse ein alphabetisches Register aller darin vorkommenden systematischen Namen zu geben.

§ 15. Das Werk soll in Großoktav, sog. Lexikonformat (wie Bronn's Klassen und Ordnungen des Tierreiches), auf holzfreiem, schreibfähigem Papiere, mit lateinischen Lettern, deutlich und gut lesbar, mit nicht zu schmalem Rande gedruckt werden.

§ 16. Die deutsche zoologische Gesellschaft wählt einen Generalredakteur, welcher die Leitung und Kontrole des Werkes sowie die Verhandlungen mit dem Verleger übernimmt und in jeder Jahresversammlung Bericht über den Stand der Arbeiten erstattet.

§ 17. Die Gesellschaft wählt ferner einen siebengliedrigen Ausschuss, dessen Entscheidung oder Rat der Generalredakteur in schwierigen oder zweifelhaften Fragen jederzeit einholen kann. Dieser Ausschuss sorgt auch für die Fortführung der Geschäfte, falls der Generalredakteur vorübergehend oder dauernd daran verhindert ist.

§ 18. Auf Vorschlag des Generalredakteurs wählt der Ausschuss Redakteure für die Hauptabteilungen des Tierreiches, welche die Verantwortung für die richtige und rechtzeitige Herstellung der Bearbeitungen aller einzelnen Gruppen ihrer Abteilung durch die Bearbeiter übernehmen, also eine stete Ueberwachung und Kontrole auszuführen und über sachliche Fragen einerseits mit dem Generalredakteure, andrerseits mit den einzelnen Bearbeitern zu verhandeln haben.

§ 19. Der Generalredakteur bestellt nach Verständigung mit dem betreffenden Abteilungsredakteure und dem Ausschusse die einzelnen Bearbeiter.

§ 20. Die Zahl der Bearbeiter ist nicht beschränkt und nur durch sachliche Gründe bedingt. Mit jedem einzelnen Bearbeiter ist ein Kontrakt durch den Generalredakteur abzuschließen, in welchem ein Termin für die Ablieferung des Manuskriptes festgesetzt und die Bestimmung enthalten sein muss, dass die Gesellschaft das Recht hat, die betreffende Bearbeitung einem andern Bearbeiter zuzuweisen, falls der zuerst engagierte sein Manuskript nicht rechtzeitig abliefert oder andere vereinbarte Bedingungen nicht erfüllt.

Drei Preisaufgaben des Deutschen Fischerei-Vereins.

Die steigende Verunreinigung der Wasserläufe durch menschliche und industrielle Auswurfstoffe erheischt im Interesse der heimischen Fischerei dringend Abhilfe. Der Beweis einer durch die Abwässer erfolgten Schädigung bietet mancherlei Schwierigkeiten.

Die chemische Analyse vermag einen genügenden Nachweis der fischereischädlichen Bestandteile der Abwässer zwar zu liefern, doch sind namentlich die gasanalytischen Methoden nicht einfach und handlich genug, um rasch mit genügender Sicherheit die im Fischwasser gelösten Gase (CO_2. O. N.) deren relatives Verhältnis von den fäulnisfähigen Abwasserbestandteilen organischer Herkunft sehr einschneidend beeinflusst wird, quantitativ zu bestimmen. Die Lebensmöglichkeit der Fische und ihrer Nährfauna hängt aber aufs innigste zusammen mit den im Wasser gelösten Sauerstoff- und Kohlensäuremengen. Ermittelungen über das absolute wie relative Sauerstoffbedürfnis der Wasserfauna liegen nicht in genügender Zahl vor, ebensowenig ist die Frage, welche Mengen freier Kohlensäure unsere Wassertiere dauernd zu ertragen vermögen, ausreichend studiert worden. Die chemische Bestimmung beider Gase in normalem wie verunreinigtem Fischwasser wurde bisher zur Ermittelung eines etwaigen Sauerstoffmangels, bezw. schädlichen Kohlensäureüberflusses nur in den seltensten Fällen ausgeführt; in erster Linie wohl wegen der Schwierigkeit und Umständlichkeit der verfügbaren Methoden. —

An den Körpern der in Folge von Wasserverunreinigung zu Grunde gegangenen Fische lässt sich nur in verschwindend wenigen Fällen die Todesursache ermitteln. Die chemische Untersuchung des Wassers bleibt vielfach resultatlos, weil das Wasser, an dessen giftigen Bestandteilen die Fische sterben, sich sehr häufig der Probenahme zur Ermittelung seiner Bestandteile entzieht. Wenn „tote Fische" die Thatsache eingetretener Vergiftung darthun, ist das giftige Wasser meist bereits kilometerweit abwärts geflutet. Es bleibt zur Ermittelung der Schuldfrage, bezw. zur Feststellung der Todesursache nur der Kadaver des Tieres zurück und daran lässt sich nach dem heutigen Stande unserer pathologisch-anatomischen Kenntnisse, sofern ein günstiger Zufall nicht Reste giftiger Metalle in den Kiemen oder etwa im Verdauungsapparat der Fische chemisch nachweisbar zurückhielt, Sicheres nicht erkennen.

Zuckerfabriken, Stärkefabriken und ähnliche Betriebe senden Abwässer in die Wasserläufe, deren chemische Natur den Wasserpilzen — weiße Fadenalgen — günstigste Ernährungsbedingungen bieten, wie das massenhafte Wachstum dieser niederen Pflanzen in derartig verunreinigten Gewässern beweist. Das Vorkommen dieser Pflanzen, unter denen Leptomitus lacteus eine besonders

hervorragende Stelle einnimmt, ist wohl aufzufassen als wirksam im Sinne einer Reinigung der betreffenden Abwässer unter Aufspeicherung der fäulnisfähigen Verunreinigung innerhalb ihrer Leiber. Die abgestorbenen Wasserpilze, welche unter gewissen Bedingungen sich aus den Flussbetten loslösen und mit dem Wasser in Gestalt von Flocken bis zur Ausdehnung grofser zusammengeballter Fladen stromabfluten, sind äufserst leicht zersetzbar und in solchen Fällen vergiften die faulenden, sedimentierten oder schwimmenden Reste dieser Vegetationen die Fischgewässer. Die Lebensbedingungen dieser Pflanzen sind nicht ausreichend erforscht; ihre Lebensfähigkeit und die ihr Absterben bedingenden Momente, wie nicht minder die Zersetzungsvorgänge der losgelösten abgestorbenen Pilzrasen erscheinen einer Bearbeitung dringend bedürftig im Interesse einer eventuellen Inanspruchnahme der guten Dienste, welche sie bei der Selbstreinigung der Schmutzwässer zu leisten vermögen unter Ausschaltung der Uebelstände, welche die Fäulnisvorgänge der toten Reste im Gefolge haben. —

In Erwägung vorstehend geschilderter Umstände hat der deutsche Fischerei-Verein nach Anhörung seiner wissenschaftlichen Kommission und nach Zustimmung seines Ausschusses die nachfolgenden drei Preisaufgaben gestellt und für deren Lösung die unten erwähnten Preise ausgesetzt.

Gewünscht werden:

I. *Einfache, sichere und für alle Fälle anwendbare Methoden zur Bestimmung der Wassergase: Sauerstoff, Kohlensäure und Stickstoff oder wenigstens der beiden ersten. Es wäre besonders erstrebenswert, dass Apparat und Methode Anwendung und Ausführung auch aufserhalb eines chemischen Laboratoriums finden könnte, d. h. ohne die Hilfsmittel, welche der Chemiker in seinem Laboratorium zur Hand zu haben gewohnt ist.*

Einlieferungstag 1. Juni 1895. Preis 800 Mark.

Preisrichter: Prof. Dr. M. Fleischer (Berlin);
Prof. Dr. J. König (Münster i. Westf.);
Prof. Dr. F. Tiemann (Berlin);
Prof. Dr. C. Weigelt (Berlin).

II. *Untersuchungen über den pathologisch-anatomischen Nachweis der Wirkung folgender in Abwässern vorkommender Stoffgruppen auf die Fische:*

1) *freier Säuren;*
2) *freier Basen, insbesondere Kalk, Ammoniak und Natron (auch die löslichen Karbonate von Kali und Natron wären zu berücksichtigen);*
3) *der freien Bleichgase (Chlor und schweflige Säure);*
4) *Ferner wird die Feststellung der pathologischen Merkmale bei dem Erstickungstode der Fische erbeten.*

Bearbeitungen von Teilfragen, selbst mit negativem Resultat, im Sinne der Preisfrage sind von der Preiserteilung nicht ausgeschlossen. — Als Versuchstiere werden zweckmäfsig Vertreter aus der Gruppe der Salmoniden und Cypriniden empfohlen.

Einlieferungstag 1. November 1896. Preis 1000 Mark.

Preisrichter: Geh. Mediz.-Rat Prof. Dr. L. Hermann (Königsberg i. Pr.);
Prof. Dr. H. Nitsche (Tharandt);
Geh. Mediz.-Rat Prof. Dr. R. Virchow (Berlin);
Prof. Dr. C. Weigelt (Berlin).

III. Es sollen die Entwicklungsgeschichte und die Lebensbedingungen des Wasserpilzes Leptomitus lacteus — mit besonderer Berücksichtigung seines Auftretens und Wiederverschwindens in verunreinigten Wässern — untersucht werden.

Einlieferungstag 1. November 1895. Preis 600 Mark.
Preisrichter: Dr. F. Hulwa (Breslau);
Prof. Dr. O. Kirchner (Hohenheim);
Prof. Dr. P. Magnus (Berlin);
Prof. Dr. C. Weigelt (Berlin).

Die Arbeiten dürfen in deutscher, französischer oder englischer Sprache abgefasst sein. Die Manuskripte bleiben Eigentum der Einsender, doch behält sich der deutsche Fischereiverein das Recht des Abdruckes der preisgekrönten Arbeiten in seiner „Zeitschrift für Fischerei" vor. Die Veröffentlichung der nicht preiswürdigen Manuskripte in derselben Zeitschrift steht dem deutschen Fischereiverein ebenfalls gegen das übliche Mitarbeiterhonorar von 50 Mark pro Bogen zu. Die preisgekrönten Autoren übernehmen die Pflicht, falls sie vor der Veröffentlichung eine nochmalige Ueberarbeitung unter Einfügung etwaiger neuer eigener Forschungen wünschen, diese revidierten Manuskripte innerhalb 3 Monaten nach der Rückgabe druckfertig wieder vorzulegen. Die deutlich geschriebenen Manuskripte sind mit einem Kennwort zu bezeichnen und in verschlossenen Briefumschlägen unter gleichen Kennwort mit dem Namen und Wohnort des Verfassers zu versehen. Andeutungen, welche die Person des Einsenders erraten lassen, schliefsen von der Preisbewerbung aus, ebenso ein verspätetes Eintreffen der Bearbeitungen. Die Sendungen sind eingeschrieben zu richten an den Generalsekretär des deutschen Fischereivereins Prof. Dr. Weigelt Berlin S. W. Zimmerstrafse 90|91.

Berlin, 20. April 1894. Der Präsident des deutschen Fischereivereins,
Fürst Hatzfeldt-Trachenberg.

---

66. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte. Wien 1894.

Mit der 66. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte, welche Ende September 1894 in Wien stattfindet, wird eine Ausstellung von Gegenständen aus allen Gebieten der Naturwissenschaft und Medizin verbunden sein, zu deren Beschickung hiedurch eingeladen wird. Anmeldungen sind bis 20. Juni an das „Ausstellungscomité der Naturforscherversammlung (Wien, I. Universität)" zu richten, von welchem die Anmeldungsscheine, Ausstellungsbestimmungen und alle Auskünfte zu erhalten sind.

Für das Ausstellungscomité:

Dr. Maximilian Sternberg Schriftführer. — *Hofrat Dr. Carl Brunner v. Wattenwyl* Obmann.

Verlag von Eduard Besold (Arthur Georgi) in Leipzig. — Druck der kgl. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik — Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIV. Band. 5. Juli 1894. **Nr. 13.**

Inhalt: **vom Rath**, Ueber die Konstanz der Chromosomenzahl bei Tieren. — **Plateau**, Einige Fälle falscher Mimikry. — **Müller**, Die Begründung einer Wissenschaft der Haustierleistungen auf anatomisch-physiologischer Grundlage. — **Bergh**, Vorlesungen über die Zelle und die einfachen Gewebe des tierischen Körpers. — Hodgkins-Preise.

Ueber die Konstanz der Chromosomenzahl bei Tieren.

Von Dr. **O. vom Rath.**

Seitdem zuerst von Flemming [1] und Rabl [2], durch sorgfältige Zählungen der Chromosomen bei *Salamandra maculosa*, der Nachweis geliefert wurde, dass bei allen Mitosen dieses Tieres die Tochterkerne stets wieder genau die Chromosomenzahl der Mutterkerne erhielten, und ferner von diesen Autoren in den meisten Geweben die gleiche Chromosomenzahl (24 Schleifen) gefunden wurde, haben andere Forscher bei einer ganzen Reihe von Vertebraten und Evertebraten gleichfalls eine Konstanz der Chromosomenzahl beobachten können. Gegenwärtig gilt es als feststehend, dass für jede Tier-Species eine bestimmte Chromosomenzahl typisch ist, und dass diese Zahl bei allen Individuen derselben Art in den Zellen aller Organe, mit Ausnahme der reifen Ei- und Samenzellen (bei welchen durch die beiden letzten Teilungen eine Reduktion der Chromosomenzahl auf die Hälfte herbeigeführt wird), mit Regelmäßigkeit gezählt werden kann. Es sind nun bekanntlich auch Abweichungen von dieser Regel beschrieben worden, indem bald geringere, bald erheblichere Schwankungen der Chromosomenzahl in verschiedenen Geweben desselben Tieres konstatiert wurden. Im Folgenden will ich einige scheinbare Ausnahmefälle, die ich selbst beobachtet habe, kritisch besprechen.

Schon Flemming [1] hatte betont, dass auch bei *Salamandra maculosa* ein ganz durchgehendes d. h. für alle Zellarten giltiges Zahlengesetz nicht existiert, da er beispielsweise bei den Spermatocyten

selten Mitosen konstatieren konnte, bei welchen die Schleifenzahl geringer war als 24, und in einigen Fällen 12 zu betragen schien.

Nicht minder interessante Schwankungen der Chromosomenzahl als beim Salamander fand ich neuerdings in verschiedenen Geweben eines etwa 3 Wochen alten Hundes. Leider waren die Chromosomen so zahlreich und obendrein so winzig klein, dass ich weder bei Sexual- noch Somazellen eine genaue Zählung, sondern nur eine annähernde Schätzung vornehmen konnte. Relativ große Mitosen von Somazellen (Regenerationszellen) traf ich im Blasenepithel an und zwar in den tieferen Schichten, während die oberen Schichten vielfach Amitosen erkennen ließen. Bei den Spindeln dieser „Regenerationszellen" waren die Chromosomen im Aequator in Form einer großen völlig ausgefüllten Scheibe aufgestellt und ihre Zahl betrug wesentlich mehr wie 32 und vielleicht 64. Große Abweichungen konstatierte ich dann in den Mitosen der Milz und des Knochenmarks desselben Individuums. Ich sah zunächst sowohl in Riesenzellen wie in kleineren Zellen häufig pluripolare Mitosen mit sehr verschiedener, nicht genau bestimmbarer Chromosomenzahl, ich sah ferner Mitosen, deren Chromosomenzahl schätzungsweise teils wesentlich größer, teils wesentlich geringer war als die typische Zahl. Ein besonderes Interesse beanspruchen aber kleine Zellen, die ich ihrem Gesamthabitus nach als Leukocyten auffassen muss, deren Mitosen bei Polansichten im Aequator nur 8 recht große kugelige oder kubische in Kranzform angeordnete Chromosomen erkennen ließen. Auch in anderen Geweben, z. B. im Blasenepithel und in selteneren Fällen auch im Hoden konstatierte ich solche charakteristische Mitosen mit geringer Chromosomenzahl, ein Befund, der meine Auffassung, dass es sich hier um Leukocyten (Wanderzellen) handelt, wesentlich stützt. Die auffallende Größe und die geringe Anzahl der Chromosomen dieser Mitosen deutet allein schon darauf hin, dass ein jedes derselben in Wirklichkeit ein Multiplum verschiedener gewöhnlicher Chromosomen repräsentiert; da nun aber die typische Zahl 32 wesentlich übersteigt und vielleicht 64 beträgt, so haben wir ein schönes Beispiel dafür, dass es außer zwei- und vierwertigen[1]) Chromosomen auch noch vielwertige geben kann

1) Dass vier Chromosomen mit einander zu einem scheinbar einheitlichen Chromosom vereinigt sein können, habe ich bereits früher eingehend diskutiert [4b, c, d]. Wenn z. B. vor den beiden letzten Teilungen in der Spermatogenese oder Ovogenese unmittelbar vor der Bildung der Vierergruppen Chromatinringe auftreten, wie ich es z. B. für die Spermatogenese von *Gryllotalpa* und *Rana*, ferner für die Ovogenese von *Euchaeta* Nr. 4c beschrieben habe, so besteht jeder Ring aus 4 verbundenen Chromosomen und aus jedem Ring differenzieren sich dann auch wieder vier Chromosomen heraus. Dass man jeden derartigen Ring und ebenso die aus jeden Ring entstehende Vierergruppe nicht als ein einziges vierteiliges Chromosom auffassen darf, glaube ich in meiner letzten Schrift Nr. 4d genügend begründet zu haben. Ich habe

und dies obendrein bei Somazellen. Dass übrigens die typische Chromosomenzahl dieses Hundes ein Vielfaches der Zahl 8 ist, scheint mir aus Analogiegründen sehr wahrscheinlich zu sein. Ich will an anderem Orte noch näher auf die so sehr verschiedenen Mitosen der Gewebe des Hundes sowie auch auf die Amitosen unter Beifügungen von Abbildungen eingehen. Man wird sich die Entstehung von vielwertigen Chromosomen am besten in der Weise vorstellen, dass im Knäuelstadium der längsgespaltene Chromatinfaden in wesentlich weniger Segmente in der Querrichtung zerlegt wird als bei den gewöhnlichen Mitosen der Somazellen. Für eine Annahme, dass die geringe Zahl der Chromosomen durch einen Reduktionsvorgang oder Chromatinatrophie hervorgerufen sein könnte, ist nach meinen Präparaten nicht der geringste Anhaltspunkt vorhanden.

Auch bei Evertebraten konnte ich interessante Schwankungen der Chromosomenzahl beobachten und ich werde im Folgenden einige wichtige Beispiele von *Ascaris megalocephala* und *Artemia salina* eingehend besprechen.

Die Zahlenverhältnisse der Chromosomen von *Ascaris megalocephala* beanspruchen eine besondere Beachtung, da bei diesem Spulwurme des Pferdes die typische Zahl nach den übereinstimmenden Beobachtungen vorzüglicher Untersucher eine auffallend geringe ist, und ferner ganz erhebliche Verschiedenheiten in der Zahl, Größe und Gestalt dieser Chromosomen sowie in dem Verlaufe der Mitosen zur Anschauung kommen. Ich erinnere zunächst an die wichtige Beobachtung Bo-

mich davon überzeugt, dass die Vierer jeder Gruppe in einzelnen Fällen nur durch Linin, in anderen aber durch Chromatin verbunden sein können, ich glaube aber nicht, dass dies in der Beurteilung derselben einen Unterschied macht, zumal ich im vorliegenden Aufsatze gezeigt habe, dass auch mehr wie vier Chromosomen miteinander so innig vereinigt sein können, dass sie scheinbar nur ein einheitliches chromatisches Teilungselement darstellen. Wie früher halte ich auch jetzt die Auffassung der Autoren, welche die Entstehung der Vierergruppen durch eine zweimalige Längsspaltung behaupten, für unrichtig. Ich werde an anderem Orte zeigen, dass auch bei *Ascaris megalocephala* sowohl in der Spermatogenese wie in der Ovogenese die Vierergruppen genau so entstehen, wie ich es zuerst für *Gryllotalpa* und dann für *Salamandra* und viele andere Objekte beschrieben habe. Ich habe übrigens ganz ähnliche Bilder vor Augen gehabt, wie sie Brauer [10c] abgebildet hat, doch konnte ich mich in keinem Falle von einer doppelten Längsspaltung überzeugen, vielmehr ließen meine Präparate ebenso wie die in Rede stehenden Figuren Brauer's und der anderen Autoren sehr wohl eine andere Deutung zu. Beiläufig möchte ich hier noch erwähnen, dass die Entstehung der Vierergruppen und der Verlauf der Reduktionsteilungen in der Spermatogenese von *Triton palmatus* genau so erfolgt, wie ich es für *Salamandra mac.* beschrieben habe. Dieser Befund muss jeden Zweifel an der Richtigkeit der Reihenfolge der von mir abgebildeten Entwicklungsphasen völlig ausschließen. Bilder wie Fig. 5—10 l. c. habe ich bei *Triton palmatus* sehr häufig vor Augen gehabt.

veri's [7], dass bei diesem Tiere zwei Varietäten vorkommen, von denen die eine 4 schleifenförmige Chromosomen (Typus Carnoy), die andere deren aber nur 2 (Typus van Beneden) besitzt. Die erste Varietät wird nach dem Vorgang O. Hertwig's [8] meist als *Ascaris megalocephala* bivalens, die andere als univalens bezeichnet. Es treten nun keineswegs in allen Mitosen dieses Nematoden die Chromosomen in der typischen Schleifenform auf, vielmehr lösen sich in bestimmten, noch näher zu besprechenden Mitosen, die Schleifen in kleinere Unterabteilungen, in Teilungseinheiten niederer Ordnung auf, so dass an Stelle jeder Schleife im Aequator eine bald größere, bald geringere Zahl von kugel- oder stäbchenförmigen Elementen zu erkennen ist. So fand Boveri [7b] in den Furchungszellen dieses Objektes eigentümliche Kerndifferenzierungen, welche er als Scheidung der Furchungszellen in somatische Zellen und Propagationszellen deutete. Diese Differenzierungen sollen im zweizelligen Stadium manchmal auch später beginnen, indem in der einen der beiden Zellen und zwar in der an Größe etwas zurückstehenden, bei der Varietät univalens, die Chromosomen ganz den Charakter der zwei Chromosomen des sich teilenden Eies bewahren und sich in regulärer Weise in zwei Tochterelemente spalten, während in der anderen von jedem Chromosom die verdickten Enden und damit die Hauptmasse des gesamten Chromatins als dem Untergang bestimmt abgestoßen werden, und der übriggebliebene mittlere Teil des Bandes in eine große Anzahl winzig kleiner kurzer Stäbchen zerfällt. Nur diese Stäbchen erleiden nach Boveri eine quere Spaltung und ihre Hälften werden genau auf die beiden Tochterzellen verteilt. Dieser Vorgang wiederhole sich bei den weiteren Teilungen der Blastomeren und zwar im Ganzen fünfmal. Von den Zellen mit Chromatinabstoßung und Zerfall der Schleifen in Stäbchen sollen dann die Somazellen abstammen, während von der Zelle mit ursprünglichem Kern und schleifenförmigen Chromosomen, welche nach der fünften Teilung übrig bleibt (Urgeschlechtszelle), die Sexualzellen ihren Ursprung nehmen.

Ich werde weiter unten noch einmal auf diese Vorgänge zurückkommen und dieselben mit meinen abweichenden Befunden vergleichen. In letzter Zeit hat dann von Wasielewski [9] Mitosen mit Zerfall der Schleifen in Teilungseinheiten niederer Ordnung in der Keimzone der Eiröhre von *Ascaris megalocephala* univalens beobachtet. Im Stadium der Aequatorialplatte mit völlig ausgebildeter Spindel konstatierte genannter Autor einen Zerfall der sonst schleifenförmigen Chromosomen in eine nicht genau zu bestimmende Zahl von 8—10 kubischen Elementen und sah ferner, dass sich an jedes Element eine Spindelfaser ansetzt. Von Wasielewski glaubt, dass durch diese Vorkommnisse der Unterschied zwischen Zahl und Größe der chromatischen Elemente bei *Ascaris megalocephala* und anderen Nematoden

eine Erklärung fände. „Gleichwertig würden den chromatischen Elementen, die z. B. bei *Ascaris lumbricoides* auftreten, diese kubischen der Chromatinfäden bei *Ascaris megalocephala* sein. Für das Wesen der karyokinetischen Teilung ist es vollständig gleichgiltig, ob der Faden im Ganzen, oder die Fadensegmente geteilt werden". Derselbe Autor konnte bei seinen Kernteilungsfiguren in der Keimzone der Eiröhre, die von Boveri l. c. für die Mitosen der Furchungszellen beschriebenen Chromatinausscheidungen nicht auffinden und betont, dass seine Befunde die Auffassung Boveri's nicht stützen könnten. Es hat dann vor kurzem Brauer [10c] beim Studium der Spermatogenese von *Ascaris megal.* einen Zerfall des Chromatinfadens in kubische Elemente, wie es v. Wasielewski für die Eiröhre beschrieben hat, in keinem einzigen Fall beobachten können. Ich bin auf Grund eigener Studien desselben Objektes in der Lage, wichtige Aufschlüsse über die vorliegenden Fragen zu geben, leider habe ich aber, trotzdem ich ein recht reichliches Material zur Verfügung hatte, immer nur die Varietät bivalens beobachten können. Ich habe nun sowohl in der Ei- wie in der Hodenröhre (bei den Mitosen der Urei- und Ursamenzellen) den durch v. Wasielewski für die Keimzone der Eiröhre beschriebenen Teilungsmodus mit Zerfall der Schleifen in kubische Elemente recht häufig zur Anschauung bekommen, und dann auch dieselben Vorkommnisse bei ganz jungen Tieren in Mitosen der Sexualzellen vor der geschlechtlichen Differenzierung (indifferente Keimzellen) häufig feststellen können. Ferner sah ich, dass bei den Mitosen der Ureizellen, der Ursamenzellen und der indifferenten Keimzellen unmittelbar neben solchen Teilungsfiguren mit Auflösung der Schleifen in Teilungseinheiten niederer Ordnung hin und wieder auch gewöhnliche Mitosen mit schleifenförmigen Chromosomen auftraten; ich sah ebenso interessante Uebergangsstadien, indem ich in völlig ausgebildeten Spindeln im Aequator zwar einen Zerfall jeder Schleife in Unterabteilungen feststellen konnte, mich aber davon überzeugte, dass diese Teilungseinheiten niederer Ordnung durch schwach färbbare Verbindungsbrücken miteinander in Verbindung standen. Wenn aber ein völliger Zerfall jeder Schleife in kubische Elemente stattgefunden hatte und sicherlich zwischen den einzelnen Chromatinstücken auch nicht die geringste Verbindung mehr bestand, zählte ich bei Polansichten mit einer großen Regelmäßigkeit 12 rundliche oder kubische Chromosomen, an welche wie die Seitenansichten der Spindel sehr deutlich zeigten, jeweils eine Spindelfaser antrat. Im Aequator befanden sich nach der Längsspaltung 24 kugelige Chromosomen. In einigen recht seltenen Fällen fand ich aber bei den Mitosen der Ursamenzellen mit Sicherheit nur 8 große kubische Chromosomen; ich beobachtete ferner auch bei den Mitosen der Ureizellen, der Ursamenzellen und der indifferenten Keimzellen solche Spindeln, bei welchen jede Schleife in eine wesentlich größere Zahl kleiner Stäbchen

zerfallen war als 12; diese letzteren Mitosen erinnerten mich lebhaft an die Abbildungen Boveri's von den Furchungszellen, doch war von einer Chromatinabstoßung auf meinen Präparaten nichts zu sehen. Die Frage, ob man nun mit mehr Recht die Schleifen oder die Unterabteilungen der Schleifen als die wahren Teilungseinheiten zu zählen hat, kann ich einstweilen nicht definitiv entscheiden, da ich zu meinem größten Bedauern auch bei ganz jungen Exemplaren keine Mitosen ächter Somazellen finden konnte und nicht weiß, ob bei diesem die Chromosomen in Kugel- oder Stäbchenform oder als Schleifen vorkommen. Einstweilen scheint es mir richtiger zu sein, die Schleifen als die typischen Teilungselemente zu zählen, da bei einem Zerfall jeder Schleife nicht immer die gleiche Zahl von Teilungseinheiten niederer Ordnung auftreten. Beiläufig möchte ich hier noch erwähnen, dass ich bei den Kernteilungen der indifferenten Keimzellen außer den eben geschilderten Mitosen mit scheinbar verschiedener Chromosomenzahl gar nicht selten Bilder von Amitosen und Kerndegenerationen gesehen habe.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

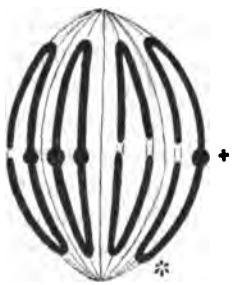


Fig. 5.

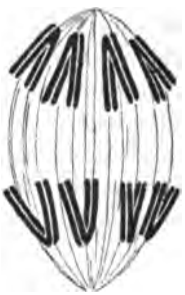
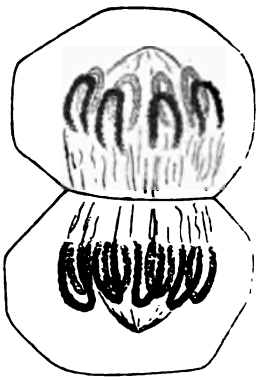


Fig. 6.



Wenden wir uns jetzt zu einer Beschreibung der Teilungsvorgänge der ersten Furchungszelle desselben Tieres zu, so werden wir außer

interessanten Schwankungen der Chromosomenzahl auch noch eine große Mannigfaltigkeit der Teilungsvorgänge selbst kennen lernen. Auf Grund eigener Beobachtungen bin ich in der Lage einige auffallende Differenzen in den Angaben van Beneden's [5] und Boveri's [7] in befriedigender Weise erklären zu können. Während van Beneden bei der Teilung dieser ersten Furchungszelle bei dem gleichen Individuum außer gewöhnlichen Mitosen heterotype Varianten und Uebergangsformen neben einander gefunden hat, stellte Boveri l. c. das Vorkommen von heterotyper Mitose entschieden in Abrede. Um diese interessante Streitfrage endgiltig zu entscheiden, muss ich etwas näher auf das Wesen der heterotypen Form der Mitose eingehen.

Nachdem bekanntlich zuerst Flemming [1a] auf das Vorkommen von heterotypen Mitosen im Hoden von *Salamandra maculosa* aufmerksam gemacht hatte, wurde ein heterotyper Teilungsmodus durch van Beneden [5] auch in der ersten Furchungszelle von *Ascaris megalocephala* beschrieben. Flemming [1c] gab darauf in einer neuen Arbeit eine sorgfältige Beschreibung der verschiedenen Phasen der heterotypen Teilung beim Salamander und verglich diese Befunde mit den von van Beneden für *Ascaris* gemachten Angaben. Kurze Zeit später wurde dann durch van Beneden und Neyt [5e] der Verlauf der heterotypen Teilung bei *Ascaris* noch einmal eingehend diskutiert[1]).

1) van Beneden und A. Neyt haben sich über die heterotype Teilung in den Blastomeren von *Ascaris megalocephala* [5e], p. 249—253 wie folgt ausgesprochen: „Dans les blastomères de *l'Ascaris*, les anses jumelles ou secondaires restent parfois unies entre elles à leurs extrémités, alors qu'elles sont déjà notablement écartées l'une de l'autre dans la plus grande partie de leur longueur. Leur écartement est alors maximum vers leur milieu et décroit vers leurs extrémités. Quand cette union terminale se maintient pendant longtemps, l'ensemble de la figure chromatique prend l'aspect d'un tonneau, caractéristique de la figure doliforme de Flemming. — Nous avons reconnu que, à tous les stades de la segmentation, il se présente, chez *l'Ascaris*, des variations individuelles d'un oeuf à l'autre, qui font qu' à même stade de la segmentation, tantôt la mitose s'accomplit suivant le type ordinaire, tantôt suivant la forme hétérotypique. Dans certains oeufs, la division longitudinale des anses se fait simultanément dans toute la longueur de ces éléments, et les étoiles secondaires résultant du dédoublement de l'étoile primaire, s'écartent l'une de l'autre tout d'une pièce; c'est à peine si, au moment ou elles commencent à s'éloigner l'une de l'autre, pour se rapprocher des pôles, et même au stade dyaster, les extrémités des anses s'inclinent légèrement vers l'équateur: les étoiles secondaires siègent tout entières dans deux plans parallèles entre eux et perpendiculaires à l'axe de la figure dicentrique. Dans d'autres oeufs l'union des anses secondaires, à leurs extrémités, se maintient encore dans le plan équatorial, alors que les convexités des anses se trouvent déjà fort écartées du plan équatorial et fort rapprochées des pôles. On rencontre alors de belles figures doliformes, comme celle que nous avons représentée, planche IV, figure 3. On trouve toutes les transitions possibles entre ces formes extrêmes. L'existence de ces formes de transition et le fait que l'on rencontre, à un même stade de

Flemming und die belgischen Forscher sind sich darüber einig, dass die in Rede stehenden Teilungen bei *Salamandra* und *Ascaris*, trotz einiger Abweichungen im Prinzip, die gleichen sind. Boveri will dem gegenüber sämtliche Mitosen der ersten Furchungszellen von *Ascaris megalocephala* als gewöhnliche Mitosen auffassen, indem er folgende Einwände macht: „Bei *Ascaris meg.* ist die Ringform der beiden Schwesterfäden passiv erzeugt durch den Zug der auseinanderweichenden Spindelhälften, in den Spermatocyten von *Salamandra* ist die Erreichung dieser Form ein selbständiger Akt der chromatischen Elemente, der sich vor der Ausbildung der Spindel vollzieht; dort ist die „Tonne" ein Bewegungsstadium und darum in ihrer Form kontinuierlich wechselnd, hier ein Ruhestadium, der Gleichgewichtszustand der Spindel, und darum unveränderlich; bei *Ascaris meg.* wird die Tonnenform durch das gemeinsame Auseinanderweichen aller Tochterelemente, den eigentlichen Kernteilungsakt, erst hervorgerufen, in den Spermatocyten von *Salamandra* wird sie durch den Beginn dieses Prozesses beendigt. Die einander entsprechenden Stadien beider Teilungsformen sind also nicht diese sich äußerlich ähnlichen Zustände, sondern die Tonnenform der *Salamandra*-Spermatocyten entspricht der Aequatorialplatte des Ascarideneies, Flemming's Fig. 22 u. 23 (Tafel XXIV) meiner Fig. 44a, seine Fig. 24 meiner Fig. 44b, seine Fig. 26 ungefähr meiner Fig. 65a. Die Teilung des Ascarideneies fällt vollkommen unter das Schema der

la segmentation, de grandes variations d'un oeuf à l'autre, en ce qui concerne la métakinèse, prouvent que ces variations n'ont qu'une importance très secondaire". Es wird dann von den belgischen Autoren auf einige Verschiedenheiten bei den heterotypen Teilungen von *Ascaris* und von *Salamandra* hingewiesen. „Un fait que l'on constate constamment dans la forme hétérotypique, chez *l'Ascaris*, c'est que jamais les extrémités incurvées des anses secondaires ne sont dirigées directement vers les pôles de la figure dicentrique, comme le représente Flemming dans la figure 4, planche XXXI de son dernier mémoire. Sans vouloir émettre le moindre doute sur la réalité, chez la *Salamandre*, de la disposition figurée par Flemming, nous pouvons affirmer que généralement, peut-être même toujours, chez *l'Ascaris*, les parties des anses secondaires qui avoisinent le point de rebroussement des courbes se trouvent dans un seul et même plan, perpendiculaire à l'axe de la figure, leurs extrémités seules étant obliquement dirigées vers le plan équatorial. Cette disposition se maintient au stade dyaster, c'est à dire après l'écartement des anses jumelles du plan équatorial. Il en résulte que, dans la figure doliforme, une portion des anses secondaires répond aux fonds du tonneau, les méridiens étant constitués, non par les anses complètes, comme dans la figure de Flemming, mais seulement par les portions terminales de ces éléments. Ceci revient à dire que, à la fin de la métakinèse et, plus tard, au stade dyaster, chacune des branches de chaque anse secondaire décrit une ligne brisée. On peut se représenter la figure réelle en s'imaginant le trajet que suivraient des méridiens tracés à la surface d'une sphère molle, après qu'elle aurait été aplatie à ses deux pôles, de façon à former une sphère doublement tronquée ou un tonneau".

„gewöhnlichen Mitose", wo ja gleichfalls bei dem passiven Auseinanderweichen der Tochterelemente eine Tonnenfigur zustande kommt (Rabl, Fig. 18, Tafel IX, Flemming, Schema Fig. 3, Tafel XXVI)".

Wie ich im Folgenden näher begründen will, kann ich diese Einwände Boveri's nicht gelten lassen und ich muss im Wesentlichen van Beneden darin Recht geben, dass (wenigstens bei der Varietät bivalens) gewöhnliche Mitosen, heterotype Mitosen und scheinbare Uebergangsformen bei ein und demselben Individuum nebeneinander vorkommen können. Unter den von mir untersuchten Exemplaren zeigten im Stadium der ersten Furchungszelle ziemlich viele Individuen heterotype Teilung und bei diesen Tieren folgten die meisten Eier diesem Teilungsmodus, doch traten auch gewöhnliche Mitosen in einigen selteneren Fällen neben den heterotypen auf. Ich habe Schnittserien, auf welchen auf demselben Schnitte zwischen Eiern mit heterotyper Teilung auch vereinzelte gewöhnliche Mitosen mit absoluter Sicherheit zu erkennen sind. Die Eier anderer Individuen folgten im Stadium der ersten Furchungszelle größtenteils dem Schema der gewöhnlichen Mitose, doch zeigten in seltenen Fällen einige Eier auch die heterotype Form und ich sah bei solchen Tieren sehr häufig die nachher noch näher zu besprechenden Uebergangsformen.

Bevor ich nun auf eine Beschreibung des heterotypen Teilungsmodus bei *Ascaris* eintrete, muss ich in kürze einige Bemerkungen über die heterotype Mitose des Salamanderhodens vorausschicken. Des besseren Verständnisses halber habe ich einige schematische Abbildungen Flemming's (Fig. 1—6) und einige naturgetreue Abbildungen Boveri's (Fig. 13—17) und van Beneden's (Fig. 18—19) kopiert und Originalzeichnungen (Fig. 7—12) nach eigenen Präparaten angefertigt; von letzteren ist die Fig. 8, die mit Benutzung einer halbschematischen Abbildung van Beneden's entworfen wurde, etwas schematisiert.

Die heterotype Mitose des Salamanderhodens Fig. 1—6 unterscheidet sich nach den Untersuchungen Flemming's [1c], die ich vollauf bestätigen und erweitern konnte [4d] von den gewöhnlichen Mitosen desselben Tieres in folgenden Punkten, die ich mit mehrfacher Benutzung der Flemming'schen Ausdrucksweise kurz anführen will: Es fehlen die fein- und enggewundenen Anfangsstadien der Knäuelform, wie sie bei Epithel- und Bindegewebszellen stets vorkommen; der Knäuel ist ein lockerer. Mit der ersten Spirembildung wird bereits die Längsspaltung der Fäden deutlich und es erfolgt hier auch die völlige Längstrennung der Schwesternpaare, mit Ausnahme der freien Enden, die miteinander auf das innigste verbunden bleiben, oder aber, wenn sich dieselben wie es hin und wieder vorkommt getrennt haben, nachher wieder verkleben. Es entstehen auf diese Weise völlig geschlossene Ringe. In den Abbildungen (Fig. 1—6) sind die Verklebungsstellen nach dem Vorgange Flemming's mit einem Kreuz bezeichnet. Während

nun bei den gewöhnlichen Mitosen im Spirem der Doppelfaden durch Querteilungen in 24 Doppelfäden zerlegt wird, erfolgt bei der heterotypen Mitose nur ein Zerfall in 12 Doppelfäden; es bleiben auf diese Weise stets zwei Segmente mit einander vereinigt, die bei der gewöhnlichen Mitose von einander getrennt werden. Die Vereinigungsstellen sind in den Abbildungen mit einem Stern bezeichnet. Nach dem eben gesagten besteht jeder Ring nicht aus 2 Segmenten wie es äußerlich scheinen könnte, sondern aus 4 Segmenten oder 4 Chromosomen [4d]. Die Ringe werden nun allmählich so über die Spindel geschlungen, dass je ein Sekundärfaden auf eine Polseite gezogen wird, also die Mitte derselben zu der Stelle der polaren Umknickung wird, während die knopfförmig angeschwollenen Verklebungsstellen in den Aequator zu liegen kommen. Auf diese Weise kommt eine für die heterotype Mitose charakteristische Tonnenform[1]) der Spindelfigur zu Stande. Flemming betonte bereits, dass dieser Vorgang im Wesentlichen völlig dem Verlauf der gewöhnlichen Mitose entspricht, da auch bei dieser die abgespaltenen Fäden in der Art auf verschiedene Polseiten verlagert werden, dass später ihre Mitten den polaren Umknickungen der Tochterschleifen entsprechen und ihre Enden nach dem Aequator gerichtet sind; der Unterschied besteht abgesehen von den verschiedenen Zahlenverhältnissen der Chromosomen darin, dass die Enden unverklebt bleiben und der Parallelismus der Schwesterfäden bis kurz vor ihrer endgiltigen Trennung gewahrt bleibt, während er bei der heterotypen Form schon früher verloren geht. Es erfolgt nun bei der Metakinese

1) Wenn Boveri auch von einer Tonnenform der Epidermiszellen von *Salamandra maculosa* spricht mit Hinweis auf eine Abbildung Rabl's Nr. 2, Taf. IX, Fig. 18, so möchte ich hierzu bemerken, dass der Ausdruck „Tonnenform" von Flemming für eine ganz bestimmte charakteristische Kernteilungsfigur der heterotypen Mitose eingeführt und allgemein acceptiert ist, und dass es zur Verhütung von Missverständnissen besser wäre, diese Bezeichnung bei Mitosen, die mit einer heterotypen Teilung nichts zu schaffen haben, bei denen aber eine äußere Aehnlichkeit der Spindelfigur mit einer Tonne existiert, völlig zu vermeiden. Bei den in Rede stehenden Epidermiszellen von *Salamandra* kann, wie es übrigens auch Boveri selbst annimmt, von einer heterotypen Teilung absolut nicht die Rede sein; die Schleifen sind in der typischen Zahl 24 (Aequator 48) vorhanden und eine Verklebung der freien Enden der Schwesternpaare findet überhaupt nicht statt. Ich möchte hier aber noch erwähnen, dass ich die Bezeichnung Tonnenform bei der heterotypen Mitose keineswegs als eine besonders glückliche ansprechen kann; die Aehnlichkeit der betreffenden Kernteilungsfigur mit einer Tonne beruht eigentlich nur auf dem Vorkommen von geschlossenen Ringen oder Reifen, die übrigens obendrein hier in der Längsrichtung der Tonne verlaufen. Es gibt thatsächlich bei gewöhnlichen Mitosen Spindelfiguren, die mit einer Tonne viel mehr äußere Aehnlichkeit haben als die betreffende Figur der heterotypen Mitose des Salamanders, ich erinnere beispielsweise an die an beiden Polen stark abgeflachte erste Richtungsspindel von *Ascaris megalocephala*.

dieser heterotypen Mitose ein Durchbruch der Ringe an den knopfförmigen Anschwellungen im Aequator und es wird je ein halber Ring (= 2 Schleifen) nach jedem Pol angezogen. Eine Trennung der beiden Schleifen jedes Halbringes findet für gewöhnlich nicht statt, viel-

Fig. 7.

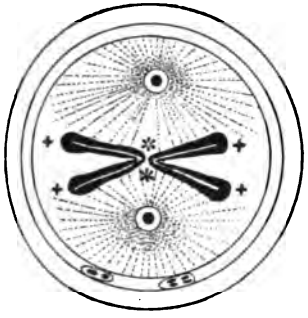


Fig. 8.

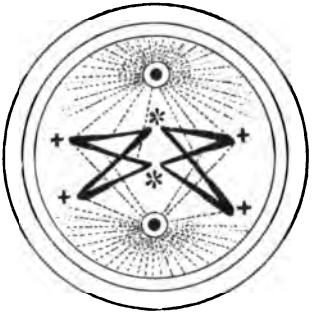


Fig. 9.

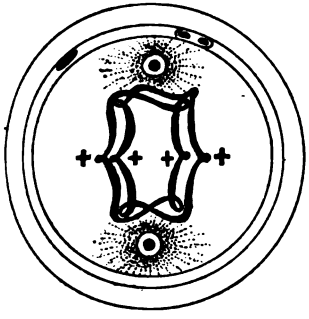


Fig. 10.

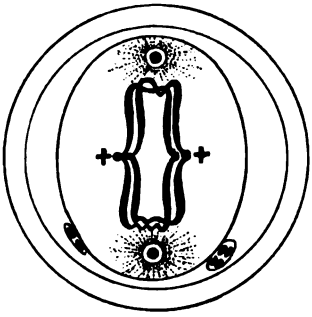


Fig. 11.

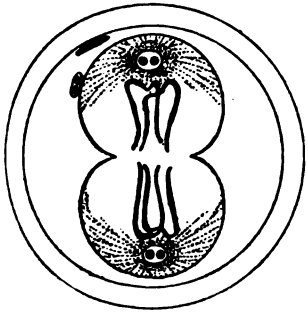
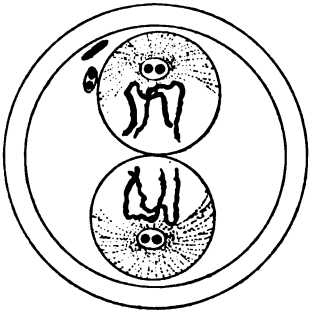


Fig. 12.



mehr bleiben auch im Dyaster die jeweils verbundenen 2 Schleifen auch weiterhin vereinigt; nur bei der letzten Teilung der Ursamenzellen kommt es zu einem Durchbruch an diesen Umknickungsstellen, wie ich es [4d] eingehend beschrieben habe. Im Dyaster erfolgt dann noch in allen Fällen eine früher unverständliche sekundäre Längsspaltung der Schleifen. Ich habe [4d], nachzuweisen versucht, dass

diese Längsspaltung nicht als eine zweite Längsspaltung derselben Mitose, sondern als eine vorzeitige Längsspaltung der nächstfolgenden Kernteilung aufzufassen ist [4d].

Die heterotype Mitose der ersten Furchungszelle von *Ascaris megalocephala* (Varietät bivalens) verläuft nun im Wesentlichen ebenso wie die eben geschilderte heterotype Mitose der Samenzellen des Salamanders. Der Einfachheit halber will ich nur die wichtigsten Punkte hervorheben und bitte ich zunächst die Figuren 1—6 einerseits mit 7—12 andrerseits zu vergleichen.

Bei der heterotypen (Fig. 7—12) und ebenso bei der gewöhnlichen Mitose (Fig. 13 u. ff.) dieses Spulwurmes habe ich die Längsspaltung des Chromatinfadens, welche bei *Salamandra* in allen Mitosen schon im Spirem kenntlich ist, immer erst im Aequator der fertig ausgebil-

Fig. 13.

Fig. 14.

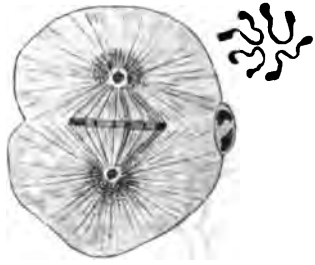
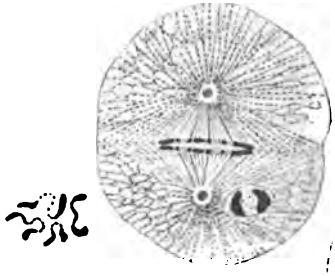


Fig. 15.



deten Spindel mit Sicherheit beobachten können. Bei der gewöhnlichen Mitose sieht man nun im Aequator stets 4 Schleifen, nach der Längsspaltung 8, bei der heterotypen Teilung aber nur 2 Schleifen, nach der Längsspaltung 4. Wie bei der heterotypen Mitose des Salamanders sind nun auch bei der von *Ascaris* die Schleifen doppelwertig, da der chromatische Faden nicht wie bei der gewöhnlichen Mitose in 4, sondern in nur 2 Segmente zerlegt wird. Die Anordnung der Schleifen im Aequator der Spindel der gewöhnlichen und der heterotypen Mitose ist aber wie ein Blick auf die Abbildungen 7 und 14 zeigt eine wesentlich verschiedene. Bei der gewöhnlichen Mitose Fig. 13, 14, 15 liegen in der fertigen Spindel die vier (nach der Längsspaltung 8)

Schleifen Fig. 14 ihrer ganzen Länge nach im Aequator und die Schwesternpaare, die zuerst genau parallel übereinanderstanden, trennen sich dann vollständig und rücken den Polen zu (Fig. 15). Bei der fertigen Spindel der heterotypen Mitose Fig. 7 liegen aber die zwei (nach der Längsspaltung 4) Schleifen keineswegs im Aequator, vielmehr ist jede Schleife und dem entsprechend auch ihre durch die Längsspaltung entstandene Schwesterschleife in der Mitte eingeknickt und nur diese Knickungsstellen befinden sich im Aequator, während der eine Schenkel (Doppelschenkel) nach diesem Pol, der andere nach jenem Pol schräg absteht (Fig. 7). Es bleiben nun wie beim Salamander auch bei der heterotypen Mitose von *Ascaris* beim Auseinanderrücken der jeweiligen Schwesternpaare der Schleifen die freien Enden miteinander auf das innigste verklebt, während die übrigen Teile der Schleifen sich völlig von einander loslösen. Die Knickungsstellen sind aber nichts anderes als die Verbindungspunkte von je zwei vereinigten primären Schleifen und jeder der Schenkel entspricht einer primären Schleife. In meinen Abbildungen habe ich wie beim Salamander die Verbindungspunkte von je zwei primären Schleifen mit einem Stern, die Verklebungsstellen von zwei Schwesterschleifen mit einem Kreuz bezeichnet (Fig. 7—10). Es erfolgt jetzt allmählich eine vollständige Drehung der chromatischen Figur in der Weise, dass die Verklebungspunkte in den Aequator, die Verbindungspunkte, die früher im Aequator lagen, in die Polgegend zu liegen kommen; es wird somit bei *Ascaris* genau dasselbe Resultat angestrebt wie beim Salamander, aber auf einem etwas verschiedenen Wege erreicht (vergl. die Einwände Boveri's S. 455). Die schematisierte Fig. 8 zeigt deutlich, wie die Drehung zu Stande kommt; dabei bitte ich auf die Ansatzstellen der Spindelfasern zu achten. Es kommt schließlich zur Bildung einer typischen Tonnenfigur mit 2 Reifen und diese zeigen im Aequator die charakteristischen knopfförmigen Anschwellungen (Fig. 9). Dass jeder der beiden Ringe aus 4 Schleifen besteht, ergibt sich aus dem eben gesagten von selbst. Die zuerst gedrungene Tonnenform (Fig. 9) wird beim weiteren Verlaufe der Teilung mehr und mehr in die Länge gezogen (Fig. 10) und es kommt dann im Aequator zum Durchbruch (Fig. 11). Jeder Tochterkern erhält auf diese Weise 2 Halbringe, die zusammen 4 Chromosomen entsprechen (Fig. 12). Eine Durchtrennung an den mit einem Stern bezeichneten Verbindungsstellen von je zwei primären Schleifen erfolgt aber in keinem Fall, vielmehr bleiben die so verbundenen Schleifen auch weiterhin vereinigt. Ob nun im Dyaster (Fig. 12) wie beim Salamander noch eine sekundäre Längsspaltung der Schleifen stattfindet, habe ich auf meinen Präparaten niemals sehen können; wenn sie aber wirklich erfolgen sollte, wie es van Beneden l. c. annimmt, so kommt es auf jeden Fall nachträglich zu einer Wiederverschmelzung der Spalthälften, denn in den Prophasen der nächst-

folgenden Mitose sind immer nur 2 Schleifen (= 4 Chromosomen) sichtbar, die erst im Aequator der fertigen Spindel eine Längsspaltung mit Sicherheit erkennen lassen.

Fig. 16.

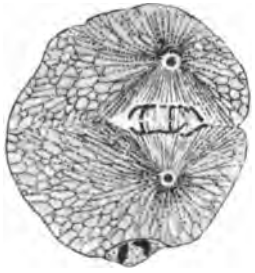


Fig. 17.

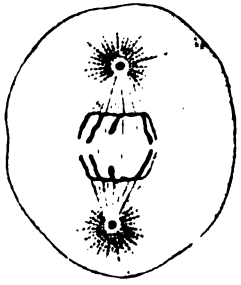


Fig. 18.

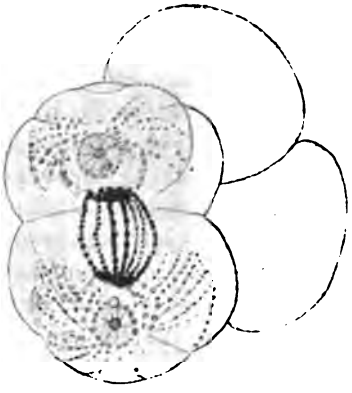
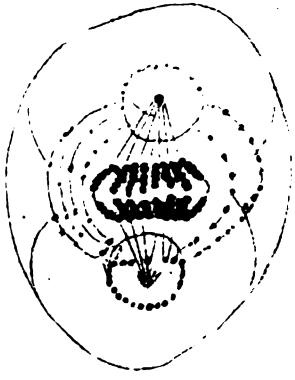


Fig. 19.



Was nun die sog. Uebergangsformen angeht, von denen ich einige Kopien nach Boveri (Fig. 16 u. 17) und van Beneden (Fig. 18 u. 19) angefertigt habe, so sind alle diese Formen nur verkappte gewöhnliche Mitosen; es fehlt ihnen alles das, was für die heterotype Teilung charakteristisch ist, die Aehnlichkeit der Figuren ist nur eine rein äußere. Im Aequator der fertigen Spindel befinden sich bei diesen Uebergangsformen stets 4 Schleifen (nach der Längsspaltung 8); bei dem Auseinanderrücken der Schwesterschleifen bleiben nun häufig die freien Schleifenenden jedes Schwesternpaares für bald kürzere bald längere Zeit einander genähert, während die übrigen Teile der betreffenden Schleifen bogenförmig den Polen zustreben. Hält diese Annäherung der Schleifenenden besonders lange an, so können die 8 Schenkel der einen Polseite mit den 8 Schenkeln der anderen, 4 Ringe bilden, welche aber die charakteristischen knopfförmigen Anschwellungen der Tonnenform der heterotypen Mitose vermissen lassen. Man trifft übrigens häufig bei den Eiern desselben Individuums die größten Mannigfaltigkeiten bei der Metakinese an, indem

die definitive Trennung der Schwesterschleifen nicht nur bei den verschiedenen Eiern zu einer verschiedenen Zeit erfolgt; es können auch innerhalb desselben Eies die Schwesterschleifen eines Paares bereits vollkommen getrennt sein, während bei anderen Paaren der Zusammenhang, beziehungsweise die Annäherung, der Schleifenenden noch gewahrt ist; ja es kann vorkommen, dass bei ein und demselben Schleifenpaar 2 Schenkel noch dicht aneinander anliegen, während die beiden anderen sich bereits nach den beiden Polen zurückgezogen haben. Nach dem eben gesagten ist es jetzt leicht begreiflich, dass diese sogenannten Uebergangsformen häufig neben gewöhnlichen Mitosen in der ersten Furchungszelle vorkommen, da sie eben gar nichts anderes als modifizierte gewöhnliche Mitosen sind, während sie bei Individuen mit heterotyper Teilung, bei denen überhaupt nur in seltenen Fällen gewöhnliche Mitosen neben heterotypen zur Anschauung kommen, so gut wie gar nicht angetroffen werden.

Aus der vorstehenden Schilderung haben wir ersehen, dass bei der heterotypen Teilung im Salamanderhoden und in der ersten Furchungszelle von *Ascaris meg.* bivalens im wesentlichen die gleichen Vorgänge stattfinden und dass die Verschiedenheiten im Teilungsmodus, auf welche Boveri hingewiesen hat, so unwesentliche sind, dass wir die heterotype Teilung des *Ascaris*-Eies ebensogut eine ächte heterotype Teilung nennen müssen als die entsprechende Teilung des Salamanderhodens.

Nach den Angaben Boveri's und nach seinen Abbildungen zu urteilen, scheint mir die Annahme berechtigt, dass genannter Autor hauptsächlich oder gar ausschließlich Individuen, deren Eier dem Schema der gewöhnlichen Mitose folgten vor Augen gehabt hat. Beiläufig möchte ich noch bemerken, dass eine Verwechslung der Kernteilungsfiguren der heterotypen Mitose der Varietät bivalens mit solchen gewöhnlicher Mitosen der Varietät univalens in manchen Phasen, wegen der scheinbar gleichen Chromosomenzahl sehr leicht stattfinden kann[1]). Es haben mir einige Bekannte Präparate, die der Varietät univalens angehören sollten, vorgelegt, die aber, wie ich bald feststellen konnte, heterotype Mitosen von bivalens zeigten. Leider habe ich von der Varietät univalens nicht ein einziges Präparat ansehen können, so dass

1) Ich möchte hier darauf hinweisen, dass man allein an der Chromosomenzahl der Richtungskörper nicht immer sofort Eier der Varietäten bivalens und univalens unterscheiden kann, da man beispielsweise bei Totopräparaten der Eier von *Ascaris meg.* bivalens meist auf die Kante des ersten Richtungskörpers sieht und dann dessen 4 Chromosomen nicht gleichzeitig erkennen kann, während die zwei Chromosomen des zweiten Richtungskörpers recht deutlich zur Anschauung kommen. Auf Schnittpräparaten dagegen sieht man häufig die vier Chromosome des ersten Richtungskörpers mit befriedigender Sicherheit.

ich nicht angeben kann, ob bei dieser Varietät in der ersten Furchungszelle auch heterotype Mitose vorkommt.

Der Umstand nun, dass bei den Eiern desselben Individuums im gleichen Entwicklungsstadium sowohl heterotype wie gewöhnliche Mitose nebeneinander auftritt, beweist allein schon zur Genüge, dass ein wesentlicher Unterschied zwischen diesen beiden Mitosen nicht bestehen kann und macht es uns auch leichter verständlich, dass im Hoden von *Salamandra* die heterotype und homoeotype Mitose nebeneinander und nacheinander vorkommt. Welches aber die feinere physiologische Bedeutung der heterotypen, der homoeotypen oder sonstigen Variante der Mitose mit doppelwertigen Chromosomen sein mag, bleibt einstweilen noch dunkel (vergl. 4d S. 122).

Ueber die ferneren Furchungsstadien kann ich nur einige wenige aber immerhin beachtenswerte Angaben machen, da ich nur in relativ seltenen Fällen die späteren Furchungsstadien bei meinen, den frischgeschlachteten Pferden entnommenen Exemplaren auffinden konnte.

Bei mehreren Individuen, deren Eier in der ersten Furchungszelle heterotype Mitose zeigten, fand ich im zwei-, vier- und achtzelligen Stadium ausnahmslos heterotype Mitosen. Bei einigen anderen Individuen, deren Eier dem Schema der gewöhnlichen Mitose folgten, habe ich im zwei-, vier- und achtzelligen Stadium nur gewöhnliche Teilungen gesehen, aber vergeblich nach den von Boveri l. c. beschriebenen bereits oben auf S. 455 erwähnten Kerndifferenzierungen mit Chromatinabstoßungen gesucht. Bei einem Exemplar sah ich allerdings im zwei- und vierzelligen Stadium mit großer Deutlichkeit und auffallender Regelmäßigkeit neben den völlig ruhenden Kernen im Zellplasma große Chromatinbrocken liegen, die ihrer Größe und ihrem Gesamthabitus nach sehr gut abgestoßene Enden von Chromatinschleifen sein können; diese Chromatinbrocken waren aber im Gegensatz zu den Befunden Boveri's in allen Blastomeren zu erkennen. Wenn ich nun auch keinen Augenblick an der Richtigkeit der Beobachtungen Boveri's zweifle, so möchte ich mich doch bis auf Weiteres den Deutungen dieses Forschers keineswegs anschließen. Soviel scheint mir nach meinen eigenen Präparaten sicher zu sein, dass die von genanntem Autor beschriebenen Kerndifferenzierungen der Furchungszellen keine allgemein giltige Regel bilden und der Verdacht, es könnten die Chromatinabstoßungen keine völlig normalen Vorkommnisse sein, ist keineswegs unbedingt zurückzuweisen. Abnorme Zustände sind übrigens in den Furchungszellen von *Ascaris meg.*, wie es auch schon van Beneden l. c. und Boveri l. c. angegeben haben, ziemlich häufig. Ich habe selbst Zellen mit 3 bis 7 und mehr an Größe sehr verschiedenen Kernen nicht selten vor Augen gehabt, ebenso zählte ich mehrfach in der ersten Furchungsspindel 6 Schleifen. Bei weiteren Teilungen bleibt selbstverständlich diese abnorme Schleifenzahl

bestehen, da bei jeder Mitose die Tochterkerne die Chromosomenzahl des Mutterkerns erhalten; ob aber aus solchen Eiern ein normaler Embryo entsteht, ist fraglich. Die Zahl 6 kann entweder durch Eindringen eines zweiten Spermatozoons oder durch Unterbleiben der Ausstoßung des zweiten Richtungskörpers erfolgen. Polyspermie habe ich bei *Ascaris meg.* recht häufig beobachtet[1]).

Zum Schluss will ich noch auf einige Schwankungen der Chromosomenzahl bei *Artemia* hinweisen. In einer vor kurzem erschienenen Arbeit über die Reifung des sich parthenogenetisch entwickelnden Eies von *Artemia salina* machte Brauer [10d] auf größere Differenzen aufmerksam, die in Bezug auf die Chromosomenzahl in gelegentlichen Angaben von Weismann und mir [11] und seinen Befunden bestehen.

Da nun derselbe Autor bereits in einer früheren Mitteilung [10b] auf diese verschiedenen Angaben hingewiesen hatte, habe ich bereits in meiner Salamanderarbeit [4d] S. 136—138 eine Erklärung dieser scheinbar schwer zu vereinbarenden Befunde gegeben. Leider hat Brauer in seiner definitiven Arbeit [10d] meinen Erklärungsversuch nicht mehr

1) Beiläufig möchte ich hier noch einen nicht völlig aufgeklärten Befund Boveri's besprechen.

Dieser Autor fand häufig in Keimbläschen, welche bereits die beiden vierteiligen für die erste Richtungsspindel bestimmten Chromosomen (acht Chromosomen nach meiner Zählung) erkennen ließen, neben diesen noch zwei kleinere kugelige ganz ebenso intensiv färbbare Körperchen, welche später auf eine unbekannte Weise verschwinden. „Man könnte, sagt Boveri, diese beiden Gebilde als degenerierte Chromosomen ansehen und die Reduktion käme falls diese Deutung richtig wäre, dadurch zu Stande, dass die Hälfte der Chromosomen durch Atrophie zu Grunde geht". Ich habe ebenfalls diese beiden Körperchen recht deutlich beobachten können und zweifle meinerseits keinen Augenblick daran, dass dieselben mit einer Chromatinatrophie und Reduktion absolut nichts zu schaffen haben; ihrem Aussehen nach können dieselben am ersten als Nukleolen aufgefasst werden, die mehr und mehr verblassen und sich dann gänzlich der Beobachtung entziehen. Weniger Wahrscheinlichkeit kann eine Annahme beanspruchen, dass es im Kern gelegene Centrosomen seien, die erst später aus dem Kern austreten und dann bei der Ausbildung der Spindel an die Pole rücken. Wenn allerdings Boveri ein Vorkommen von Centrosomen bei der ersten Richtungsspindel von *Ascaris meg.* überhaupt in Abrede stellt, so ist dies ein entschiedener Irrtum. Ich habe auf Präparaten, die mit Pikrinessigosmiumsäure [4a] konserviert und mit Hämatoxylin gefärbt waren, die Centrosomen dieser Richtungsspindel in Uebereinstimmung mit Nussbaum und Lebrun (Anat. Anzeiger, 1893) mit solcher Klarheit und Regelmäßigkeit gesehen, dass an ihrem Vorkommen gar kein Zweifel mehr sein kann. Nach mündlichen Mitteilungen hat dieselben in letzter Zeit auch V. Haecker konstatieren können. Sie sind in der Vierzahl vorhanden, zwei an jedem Pole. Weitere interessante Befunde bei *Ascaris megalocephala*, die sich auf die Entstehung der Vierergruppen vor den beiden letzten Teil lungen und auf die Reduktionsfrage beziehen, werde ich demnächst an anderem Orte publizieren.

benutzen können. Ich muss mich hier darauf beschränken, auf meine diesbezüglichen letzten Angaben zu verweisen, und erinnere nur daran, dass ich unter den Richtungsspindeln von *Artemia* solche beobachtet habe, bei denen die Chromosomen in großer Zahl in zwei parallelen völlig ausgefüllten Scheiben im Aequator übereinander aufgestellt waren, und andere Spindeln in geringerer Zahl, bei denen die weniger zahlreichen Chromosomen in Form von zwei parallelen Kränzen gruppiert waren. Die Annahme, dass sich die letzteren Spindelfiguren aus den ersteren durch Verschmelzen von jeweils mehreren Chromosomen zu einem größeren entwickelt haben könnten, war eigentlich sehr naheliegend und nach den in diesem Aufsatz besprochenen Befunden auch wohl berechtigt, natürlich unter der Voraussetzung, dass beide Spindeln völlig normale Bildungen seien, was ich bei den wenigen Präparaten, die mir zur Durchsicht übergeben waren (vergl. S. 25 der Amphimixis) [11], nicht entscheiden konnte.

Nach der neuerdings erschienenen eingehenden Arbeit Brauer's [10d] muss ich dem früher [4d] S. 136 u. ff. gesagten, noch hinzufügen, dass die in Rede stehenden Zahlendifferenzen der Chromosomen vielleicht auch in den wesentlich verschiedenen Lebensbedingungen unserer Untersuchungsobjekte, oder auch in einer Verschiedenheit des Materials selbst ihren Grund haben mögen. Brauer hat seine Artemien in den Salinen von Capodistria gefangen und konserviert, während die Tiere unserer Präparate aus Eiern getrockneten Schlammes, der aus der Umgegend von Marseille stammte, in einem Süßwasseraquarium im Zoologischen Institute von Freiburg gezogen waren. Dass unter so verschiedenen Existenzbedingungen leicht die mannigfaltigsten Variationen, sogar in Bezug auf die Chromosomenzahl auftreten können, ist nach den Befunden bei *Ascaris meg.* keineswegs unmöglich und wird durch interessante Beobachtungen Brauer's bei *Artemia* sogar bis zu einem gewissen Grade von Wahrscheinlichkeit erhoben. Es fand nämlich genannter Autor im Uterus derselben Individuen Eier, bei denen die im Ei verbliebene Hälfte der ersten Richtungsspindel sich sofort zum Eikern umwandelt, neben Eiern, bei denen auch die zweite Teilung vollzogen, der zweite Richtungskörper aber nicht ausgestoßen wurde. In dem einen Fall bestand die Furchungsspindel aus 84, in dem anderen Fall aus 168 Chromosomen. Auch bei den weiteren Furchungsstadien blieb die Zahlendifferenz erhalten. Brauer ist der Ansicht, dass ein jedes der 84 Chromosomen doppelt soviel Chromatin enthält als ein einzelnes der 168, es ist dies eine Auffassung, welche sich ganz gut mit meinen eigenen Befunden von doppelwertigen Chromosomen vereinbaren lässt. Ich darf ferner nicht unerwähnt lassen, dass mir bei einem Aufenthalte in Marseille von einem Anatomen die überraschende Mitteilung gemacht wurde, dass unter den dort vorkommenden Artemien Exemplare gefunden wurden, die von der ächten *Artemia salina* nicht

unerhebliche Verschiedenheiten aufweisen und, wenn nicht als besondere Species, so doch als Varietät bezeichnet werden können. Da nun, wie ich bereits oben erwähnte, die Eier aus denen unsere Artemien sich entwickelten, aus der Umgegend von Marseille, aus den Salinen von la Valduc stammten, ist es auch möglich, dass Brauer und wir ein ganz verschiedenes Material untersucht haben. Welcher von den gegebenen Erklärungsversuchen der richtige ist, muss ferneren Beobachtungen überlassen werden.

Dass ich nun außer den Befunden bei *Salamandra*, *Canis*, *Ascaris* und *Artemia* noch eine ganze Reihe in gleicher Weise zu deutender eigener und fremder Beobachtungen hätte anführen können, braucht wohl kaum erwähnt zu werden.

Auf Beispiele mit ganz geringfügigen Schwankungen der Chromosomenzahl bin ich absichtlich nicht eingegangen, da es in den meisten Fällen, in welchen einige Chromosomen zuviel oder einige zuwenig zur Beobachtung kommen, recht schwer ist, den wahren Grund der Unregelmäßigkeiten ausfindig zu machen. Es muss in solchen Fällen in erster Linie daran gedacht werden, dass bei der Konservierung leicht einige Chromosomen miteinander verbacken, andere beim Schneiden durch das Mikrotommesser herausgerissen werden können, während wieder andere in angeschnittenem Zustande zur Beobachtung kommen; es muss ferner daran erinnert werden, dass bei allen lebhaften Kernteilungen, so bei Regenerationen nach Verletzungen und ebenso bei den oft schnell aufeinanderfolgenden Kernteilungen der Sexualzellen pathologisch veränderte Mitosen mit abnormer Chromosomenzahl, ja asymmetrische Mitosen keineswegs besonders selten gefunden werden.

Schwankungen der Chromosomenzahl bei Pflanzen habe ich nicht angeführt, da ich hierüber keine eigene Beobachtungen angestellt habe; nach den Angaben Strasburger's [12] scheinen aber Unregelmäßigkeiten wenigstens bei den Somazellen recht häufig vorzukommen.

Aus dem vorstehenden Aufsatze ergibt sich nun, dass keineswegs in allen Fällen die im Aequator einer völlig ausgebildeten und normalen Spindel befindlichen chromatischen Elemente die für die Species typische Chromosomenzahl zeigen, ohne aber hiermit gegen das Gesetz der Konstanz der Chromosomenzahl zu verstoßen. Wir haben gesehen, dass es einerseits zwei-, vier- und vielwertige Chromosome gibt und dass andererseits ein Chromosom sich in Teilungseinheiten niederer Ordnung auflösen kann. Beim Bestimmen der für die Species typischen Chromosomenzahl wird man sich daher hüten müssen, allein bei Sexualzellen, Furchungszellen und Embryonalzellen, ja auch bei Blutzellen und Leukocyten die Zahl zu eruieren, da bei den Mitosen dieser Zellen die Chromosomen vielfach in verkappter Gestalt auftreten. Am besten eignen sich hiefür die Mitosen der Epithel- und Endothelzellen.

Zoologisches Institut der Universität Freiburg. Ende Mai 1894.

Litteratur-Verzeichnis.

[1] Flemming, a) Beiträge zur Kenntnis der Zelle und ihrer Lebenserscheinungen. Arch. f. mikr. Anat., Bd. XVI, XVIII, XX (1878—1881).
b) Zellsubstanz, Kern und Zellteilung, 1882.
c) Neue Beiträge zur Kenntnis der Zelle. Archiv f. mikr. Anatomie, Bd. 29, 1887.

[2] Rabl, a) Ueber Zellteilung. Morph. Jahrb., 10. Bd., 1885.
b) Ueber Zellteilung. Anat. Anzeiger, 1889.

[3] Carnoy, a) La vésicule germinative etc. chez *l'Ascaris megalocephala*. La Cellule, T. II, fasc. I, 1886.
b) La segmentation chez les Nématodes. La Cellule, T. III, fasc. I, 1886.

[4] vom Rath, a) Ueber die Bedeutung der amitotischen Kernteilung im Hoden. Zool. Anzeiger, 1891.
b) Ueber die Reduktion der chromatischen Elemente in der Samenbildung von *Gryllotalpa*. Berichte d. naturf. Gesellschaft Freiburg, Bd. VI, Heft 9, 1891.
c) Zur Kenntnis der Spermatogenese von *Gryllotalpa*. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 40, 1892.
d) Beiträge zur Kenntnis der Spermatogenese von *Salamandra mac.* I u. II. Zeitschr. f wiss. Zool., LVII. Bd., Heft 1, 1893.

[5] van Beneden, a) Recherches sur la maturation de l'oeuf, la fécondation et la division cellulaire. Gand et Leipzig, 1883.
b) Recherches sur la maturation de l'oeuf et la fécondation Archives de Biologie, Tome IV, 1883.
c) idem und Julin, La spermatogenèse chez *l'Ascaride mégalocéphale*. Bull. Acad. roy. des Sciences etc., 1884.
d) idem und Neyt, Nouvelles recherches sur la fécondation et la division cellulaire caryokinétique chez *l'Ascaris* de cheval. Le Moniteur Belge, 1887.
e) idem und Neyt, Nouvelles recherches sur la fécondation et la division mitosique chez *l'Ascaride mégalocéphale*. Bulletin de l'Ac. royale Belgique, III. série, t. XIV, 1887.

[6] Haecker, a) Die Eibildung bei *Cyclops* und *Canthocamptus*. Zool. Jahrb., 5. Bd., 1892.
b) Die Kernteilungsvorgänge bei der Mesoderm- und Entodermbildung von *Cyclops*. Archiv f. mikr. Anatomie. 32. Bd., 1892.
c) Die heterotypische Kernteilung im Zyklus der generativen Zellen. Ber. Naturf. Gesellsch., Freiburg 1892.
d) Das Keimbläschen etc. I. Archiv für mikr. Anatomie, 41. Bd., 1893.

[7] Boveri, a) Zellstudien Heft I—III, Jena 1887—1890.
b) Ueber die Entstehung des Gegensatzes zwischen den Geschlechtszellen und den somatischen Zellen bei *Ascaris megalocephala*. Sitzungsber. d. Gesellsch. f. Morphol. u. Physiol., München 1892.

[8] Hertwig O., Vergleich der Ei- und Samenbildung bei Nematoden. Archiv f. mikr. Anat., Bd. 36, 1890.

[9] von Wasielewski, Die Keimzone in den Genitalschläuchen von *Ascaris megalocephala*. Arch. f. mikr. Anat., 41. Bd., 1893.

[10] Brauer, a) Ueber das Ei von *Branchipus*. Abh. d. Preuß. Akad. d. Wiss., Berlin 1892.

b) Zur Kenntnis des parthenogenetisch sich entwickelnden Eies von *Artemia salina*. Zool. Anz., XVI, 1893.

c) Zur Kenntnis der Spermatogenese von *Ascaris megalocephala*. Archiv f. mikr. Anat., Bd. 42, 1893.

d) Zur Kenntnis der Reifung des parthenogenetisch sich entwickelnden Eies von *Artemia salina*. Archiv f. mikr. Anatomie, Band 43.

[11] Weismann A., Amphimixis. Jena 1891.

[12] Strasburger, Ueber Kern- und Zellteilung im Pflanzenreiche, nebst einem Anhang über Befruchtung, Jena 1888.

Einige Fälle falscher Mimikry.

Nach F. Plateau in Gent.

Während wir zahlreiche Arten von Tieren kennen, welche Aehnlichkeit mit Gesteinen, Baumrinde, Stengeln, Blättern zeigen und dadurch sicherlich Schutz vor Verfolgungen erlangen, findet sich die eigentliche Mimikry seltener, d. h. die Erscheinung, dass ein Tier ein anderes in Gestalt und Farbe nachahmt und dadurch für die Bethätigung oder Verteidigung seines Lebens Vorteile gewinnt.

Die Fälle, in denen man solche Mimikry vermutet, erheischen eine sorgfältige und umsichtige Prüfung; es genügt nicht, dass ein Tier im großen und ganzen oder in gewissen hervorstehenden und kennzeichnenden Zügen einem Tiere einer anderen Gruppe gleicht, es müssen auch noch andere Bedingungen erfüllt sein. Die beiden in Betracht kommenden Arten müssen dieselbe Gegend bewohnen und sich unter denselben Verhältnissen wiederfinden; sie müssen, wenn es sich z. B. um Insekten handelt, in derselben Jahreszeit auftreten; es muss endlich die nachgeahmte Art wirksame Verteidigungsmittel (Waffen, Gift, ekelhaften Geruch oder Geschmack) besitzen, welche der nachahmenden Art fehlen.

Ist nicht dies alles zutreffend, dann ist die Mimikry falsch; es handelt sich dann nur um eine zufällige Aehnlichkeit, die dadurch zu erklären ist, dass in der Natur die Kombinationen von Farben und Formen nicht in unbegrenzter Anzahl auftreten und sich daher unvermeidlich wiederholen müssen.

Im nachstehenden folgen einige Fälle, die wahrscheinlich in diesem Sinne zu deuten sind.

Carl. Bovallius hat im Jahre 1885 eine merkwürdige Gattung mariner Amphipoden aus der Familie der Hyperiden unter dem Namen *Mimonectes* beschrieben. Ihr auffälligstes Kennzeichen besteht darin, dass der Kopf und ein großer Teil des Leibes zu einer Kugel oder einem kleinen Ball entwickelt sind. Durch diese Gestaltung und durch ihre Durchsichtigkeit ähneln die Mimonekten auf den ersten Blick kleinen Medusen. Hat man es hier mit einem Fall wirklicher Mimikry zu thun? Kaum; denn die Nachahmung einer kleinen Meduse durch eine Crustacee kann letzterer wenig Vorteile bieten. Die gefräßigen Meertiere verschlingen was ihnen das Meer bietet, ohne dabei einen Unterschied zu Gunsten der Medusen oder anderer kleiner Tiere zu machen.

Viele Spinnen ahmen Ameisen täuschend nach. Indessen bietet die Gattung *Formicina lanestrina* aus der Familie der Theridioniden, die in ganz Südfrankreich und in Italien durch die Art *Formicina mutinensis* vertreten ist, wahrscheinlich kein Beispiel wahrer Mimikry. Diese Spinnen kommen nicht in der Nähe von Ameisenhaufen vor, haben nicht die Gewohnheit, auf dem Erdboden zu laufen, und bewohnen Orte, an denen sich Ameisen wenig oder gar nicht zeigen; sie finden sich auf feuchten Wiesen, wo sie an den Kräutern ein großes wasserrechtes Netz spinnen, an dessen Unterseite sie sich festhalten.

Zwei europäische Nachtschmetterlinge, *Dichonia aprilina* L. und *Moma Orion* Esp., tragen beide auf ihren (in der Ruhe allein sichtbaren) Vorderflügeln in zartem Grün schwarze und weiße Flecke, so dass sie in erstaunlicher Weise für die Wahrnehmung verschwinden auf den Flechten, welche die Baumstämme bekleiden. Die Aehnlichkeit der beiden Arten ist so groß, dass man ihre besondere Kennzeichen in größter Nähe prüfen muss, um sie zu unterscheiden. Trotzdem handelt es sich hier, während die Schutzfärbung unzweifelhaft ist, um eine falsche Mimikry. *Moma Orion* lebt im Raupenzustande von Juli bis September, verbringt den Winter als Puppe und erscheint im Mai; *Dichonia aprilina* ist im Raupenzustande während des Mai und erscheint im August oder September.

In Argentinien gibt es einen Schmetterling aus der Gattung *Phyciodes*, dessen Flügel dieselbe Gestalt und Färbung wie bei unserer einheimischen *Vanessa Levana* L. haben, und den zudem eine beinahe mit unserer *Vanessa Prorsa* identische Abart bietet. Würde man diese Insekten bei uns beobachten, so würde Niemand daran zweifeln, dass man es hier mit einem bemerkenswerten Fall von Mimikry zu thun hätte. Und doch ist die Mimikry falsch, da die Gattung *Vanessa* ausschließlich der alten, die Gattung *Phyciodes* aber ausschließlich der neuen Welt angehört.

Nach E. von Martens (1891) hat die Expedition Stuhlmann aus Afrika einige vierzig Raupenpelze von einer Psychide mitgebracht,

welche der europäischen *Psyche Helix* nahesteht und den Namen *Cochlophora valvata* trägt. Diese Raupenhäute ähneln dem Gehäuse einer Kommaschnecke (*Valvata*), messen 10—11 mm Höhe und 11—12 mm in Breite und zeigen drei oder vier, bald links bald rechts gewundene Umgänge.

Bei unserer *Psyche Helix*, deren Raupenpelz kleine Erdschnecken kopieren würde, könnte man von Mimikry reden; dieselbe ist aber unzulässig bei der afrikanischen *Cochlophora*, deren Raupen auf dem Trockenen leben, während die übrigens wesentlich kleineren Valvaten im Wasser zu finden sind.

Diese wenigen Beispiele mögen genügen um zu zeigen, mit welcher Vorsicht Fälle, in denen man Mimikry vermutet, zu deuten sind. Es ist darnach anzunehmen, dass, wenn vielleicht die bisher aufgeführten Fälle von Mimikry einer erneuten ernsten Prüfung unterworfen würden, manche von ihnen gestrichen werden müssten. Das wäre vielleicht zu bedauern, weil wir dann einige interessante Erscheinungen weniger hätten, die Wissenschaft aber würde an Genauigkeit gewinnen.

Tiebe (Stettin).

Die Begründung einer Wissenschaft der Haustierleistungen auf anatomisch-physiologischer Grundlage.

Von **Robert Müller** in Brünn.

Die Anfänge einer Wissenschaft der Haustierzüchtung sind in der epochemachenden Begründung der Entwicklungslehre durch Darwin zu suchen.

Meistbeteiligt an ihrer Entstehung ist dessen bedeutsamstes Werk „Origin of species". Denn in diesem Werke wird der durch eine reiche Fülle von Beispielen erhärtete Beweis erbracht, dass Formen und Leistungen der Tiere durch angemessene Wahlzucht abgeändert werden können. Und eben in einer sachgemäßen Ausführung der Wahlzucht liegt die Hauptaufgabe aller Tierzüchtung. Die Wahlzucht in der Landwirtschaft bezweckt die Steigerung der Haustierleistungen. Man kann sonach die Wissenschaft der Haustierzüchtung auch auffassen als die Wissenschaft der Haustierleistungen. Der Kern dieser vom Baume der Entwicklungslehre gepflückten Frucht ist aber noch nicht in voller Reinheit aus seiner Verhüllung durch mancherlei unklare Begriffe hervorgeholt. Daran trägt wohl einzig und allein die gegenwärtig übliche Methode der tierzüchterischen Forschung schuld. Diese ist eine vorwiegend beschreibende, indem sie die Kenntnis von unseren Haustieren und ihren Leistungen zum größten Teile dadurch zu ver-

mitteln sucht, dass sie die im züchterischen Betriebe zutage tretenden Erscheinungen sammelt und ordnet.

Die Ursache dieser Erscheinungen wird alsdann vorwiegend auf spekulativem Wege zu ergründen gesucht.

Und doch hat Darwin selbst uns den einzig richtigen und möglichen Weg gewiesen, tierzüchterischen Fragen nachzuspüren: den Weg des exakt-wissenschaftlichen Versuches, welcher dahin geht, nachzuweisen, dass durch eine bestimmte Ursache eine bestimmte Wirkung hervorgebracht wird.

Der exakte Versuch ist aber in Hinblick auf die Züchtung von Haustieren bisher nur in beschränktem Maße zur Anwendung gelangt.

Nur insoweit derselbe zur Ergründung der Ernährungsbedingungen dienen konnte, fand er eine ausgedehntere Anwendung, die zu sehr wichtigen Ergebnissen führte.

Allein die Ernährung ist nur bis zu einer bestimmten Grenze, welche durch die natürlichen Anlagen des Tieres gezogen ist, geeignet, dessen Leistungsfähigkeit zu erhöhen. Die natürlichen Anlagen sind aber das Ergebnis der Vererbung und bilden sonach die Grundlage für die Leistungen der Haustiere. Denn nur innerhalb der durch die ererbten Anlagen der Haustiere gegebenen Grenzen ist die sog. Zucht auf Leistung möglich. Die natürlichen Anlagen der Haustiere im strengen Hinblick auf das wirtschaftliche Ziel zu entwickeln, macht die Kunst der Züchtung aus. Diese ruht sonach auf der Kenntnis der ursächlichen Beziehungen zwischen den ererbten Anlagen und den vom wirtschaftlichen Standpunkte anzustrebenden Leistungen der Haustiere. Die wirtschaftliche Verwendung eines Haustieres wird also bestimmt durch die ererbten Anlagen oder, nach den jüngsten Anschauungen über die Vererbung, durch die ererbten Formen. Dieser Zusammenhang von ererbten Anlagen bezw. Formen und zukünftiger Leistung erscheint heute nur sehr vereinzelt zum Gegenstande wissenschaftlicher Untersuchung erhoben. Und doch bildet die Ergründung dieses Zusammenhanges durch den wissenschaftlichen Versuch die bedeutsamste Aufgabe der tierzüchterischen Forschung. Soll aber diese Aufgabe in angemessener Weise gelöst werden, dann muss mit der gegenwärtigen Methode in der Behandlung tierzüchterischer Fragen endgiltig gebrochen werden. Es muss an die Stelle der üblichen deskriptiv-spekulativen Methode die anatomisch-physiologische treten, welche letztere den Aufbau einer Wissenschaft der Haustierleistungen auf anatomisch-physiologischer Grundlage bezweckt. Die Tierzucht als landwirtschaftlicher Betriebszweig arbeitet auf Steigerung der Haustierleistungen hin. Im gegenwärtigen Landwirtschaftsbetriebe sind drei Leistungen von besonderer Bedeutung: Die Milch-, Mast- und Arbeitsleistung.

Unsere Haussäugetiere, welche diesen Leistungen dienen, sind entwicklungsgeschichtlich nahe miteinander verwandt. Insgesamt gehören sie zu den Huftieren. Aus der Ordnung der Einhufer besitzen wir als Haustier das Pferd, aus der Ordnung der Zweihufer das Rind, Schaf und die Ziege, aus der Ordnung der Vielhufer endlich das Schwein. Je weiter in die Vergangenheit zurück wir den Stammbaum der Huftiere verfolgen, desto ähnlicher werden ihre organischen Formen, bis schließlich in dem Urhuftiere jedwede individuelle Verschiedenheit verschwunden ist. Die natürliche Züchtung mit ihren wechselnden Einwirkungen führte zur allmählichen Entwicklung unserer Haussäugetiere aus den urweltlichen Huftieren. Wie nun die natürliche Züchtung eine weitgehende Abweichung der Tierformen bewerkstelligte, so ist die künstliche Züchtung darauf bedacht, gewissermaßen eine Annäherung jener Haustierformen, welche denselben Leistungen dienen, herbeizuführen. Und sie ist dazu berechtigt, weil die einzelnen Haustierarten entwicklungsgeschichtlich mit einander verwandt sind.

Zur Milchleistung dienen uns das Rind, die Ziege und das Schaf, zur Mastleistung das Rind, das Schwein, das Schaf, zur Arbeit das Pferd und das Rind.

Für jedes dieser Tiere pflegt man nun besondere Züchtungsgrundsätze aufzustellen, auch wenn ihre physiologischen Leistungen verschieden sind. Die gemeinsamen Züchtungsgrundsätze aber wurden nicht auf die gemeinsame Leistung, sondern immer auf die Haustierart bezogen. Das ist so zu verstehen. Es ist ein Erfahrungssatz, dass z. B. fortgesetzte Inzucht zur Verkümmerung führt. Diese Erfahrung hat man mit Pferden, Rindern, Schafen und Schweinen gemacht. Wir wissen auch, dass die nachteiligen Folgen fortgesetzter Inzucht bald früher, bald später auftreten, aber was wir nicht wissen, ist, ob z. B. Milchtiere empfindlicher gegen inzüchterische Paarung sind oder Masttiere, vorausgesetzt, dass beide gesund und ihrer Umgebung angepasst sind. Allgemein gesagt: Wir wissen nicht, ob die Züchtungsgesetze nicht eine Abänderung erfahren durch die Art der Leistung eines Haustieres. Dadurch nun, dass man sich gewöhnte, jedes einzelne Haustier als Gegenstand eines besonderen Züchtungsplanes anzusehen, verlor man die einheitliche Betrachtung der Haustierleistungen mehr und mehr aus den Augen. Die Folge war, dass man eine besondere Tierzuchtlehre aufbaute, die jedes Haustier als Züchtungsobjekt für sich auffasst. Diese Anschauung, welche heute sich festgesetzt hat, ist von dem Vorwurfe nicht frei zu sprechen, das wissenschaftliche Arbeiten auf dem Gebiete der Züchtungslehre in die Irre geführt zu haben. Denn alle Züchtungsfragen an jeder Haustierart für sich studieren zu wollen, liegt nicht im Interesse der tierzüchterischen Fortsetzung. Für diese kommt einzig

und allein die Züchtung in Bezug auf die wirtschaftliche Leistung des Haustieres in Frage. Dann ist aber auch zu bedenken, dass es gewiss erheblich einfacher ist, eine bestimmte Züchtungsfrage an Haustieren mit gleichartiger Leistung zu untersuchen. In dem erstgedachten Falle hat man mit so großen Beobachtungssummen umzugehen, dass der Irrtum wahrscheinlicher ist als die Wahrheit, während im letzteren Falle eine einheitliche Basis für die Forschungsarbeit gewonnen wird. Diese einheitliche Basis ist die Leistung, welche Richtung und Ziel eines jeden züchterischen Versuches bilden soll. Es ist aber weiters auch begreiflich, dass die Versuche, welche inbezug auf die gleichartige Leistung verschiedener Haustierarten angestellt werden, ohne jenen übermäßigen Kostenaufwand durchführbar sind, welcher bei unseren derzeitigen volkswirtschaftlichen Verhältnissen der Errichtung von Versuchsstätten für die tierzüchterische Forschung im Wege steht, in denen die große Reihe der Züchtungsversuche mit jeder Haustierart und deren Rassen bewerkstelligt werden soll. Einen besonderen Wert beansprucht diese Art der Versuchsanstellung durch die leichtere Berücksichtigung der Individualität der Tiere, indem meist nur solche Haustiere für den Versuch herangezogen werden dürften, welche einer bestimmten Leistung angepasst sind.

Durch die Möglichkeit einer größeren Berücksichtigung der Individualität eines Tieres beim Versuche wird selbstverständlich auch die Sicherheit und Zuverlässigkeit des Versuchsergebnisses wesentlich erhöht.

Es fragt sich nun, ob die Heranzüchtung eines Haustieres für eine bestimmte Leistung geeignet erscheint, den Verlauf der Stoffwechselvorgänge derart abzuändern, dass das Leben des Haustieres je nach der Leistung, zu der es erzogen ist, bestimmten Gesetzen unterworfen wird. Die in dieser Richtung gewonnenen, allerdings nur spärlichen Forschungsergebnisse sprechen dafür. Nach diesen Ergebnissen können wir annehmen, dass jede Leistung, die Milchleistung ebenso wie die Mast- und Arbeitsleistung, den tierischen Organismus nach dem Gesetze der Wechselwirkung in besonderer Weise umgestaltet, so dass wir berechtigt sind, besondere Haustiertypen aufzustellen, welche, wenn auch verschiedene Haustierarten darstellend, durch die Gleichartigkeit ihrer Leistung zusammengehören. Alle Milchtiere, alle Masttiere und alle Arbeitstiere, gleichviel welcher Art, müssen notwendig gleichen anatomisch-physiologischen Gesetzen folgen.

Diese Gesetze zu erforschen und aufgrund derselben die Wissenschaft der Haustierleistungen aufzubauen, halte ich für die bedeutsamste Aufgabe der wissenschaftlichen Tierzucht in der Zukunft. Die Lösung dieser Aufgabe, welche materielle Hindernisse nicht zu fürchten braucht, würde nicht allein die Grenzen

der Tierzuchtlehre in kaum absehbarem Grade erweitern, sondern auch Ergebnisse von weittragender Bedeutung für die biologische Wissenschaft überhaupt zutage fördern.

Das gesamte Aufgabengebiet der Wissenschaft von den Haustierleistungen zerfiele nach den vorstehenden Erörterungen in die Erforschung der Züchtung von Milch-, Mast und Arbeitstieren. Alle diese Leistungen wären nach folgenden 2 Richtungen hin zu untersuchen:

1. Wären anatomische Grundlagen zu schaffen. Die Körperform ist bedingt durch das Knochengerüst, welches teils den Körperbedeckungen, den Häuten und Muskeln, zur Unterlage dient, teils in seinen Hohlräumen die Lebenswerkzeuge birgt. Dass die Entwicklung der Körperbedeckungen um so mehr Spielraum findet, je länger und breiter die Knochen sind, welchen sie aufliegen, ist bekannt. Ebenso klar sind die Beziehungen des Knochengerüstes zu der Entwicklung wichtiger innerer Organe wie der Lungen und des Fruchthalters bei weiblichen Tieren, indem diese beiden Organe um so mehr sich auszudehnen vermögen, je größer die knochenbegrenzten Hohlräume, Brustkorb und Becken, sind, welche sie ausfüllen. Daraus erhellt, wie wichtig das Knochengerüst für alle Leistungen unserer Haustiere ist. Denn jede Haustierleistung, möge sie durch was für ein Organ auch immer bedingt werden, steht durch das leistende Organ in irgend einer Beziehung zum Knochengerüste. Diese Beziehungen in ihrem ganzen Umfange wissenschaftlich festzustellen, um den Grad der Abhängigkeit einer Leistung von ihrer mechanischen Grundlage in Erfahrung zu bringen, wäre geeignet, die biologisch so wichtige Frage nach einer Mechanik der Tierformen einer befriedigenden Lösung entgegenzuführen. Die Mechanik der Tierformen bildete aber, einmal durch den wissenschaftlich-exakten Versuch klargelegt, einen bedeutsamen Fortschritt auf dem Gebiete der Tierzüchtung, indem sie ein sicherer Ausgangspunkt wäre für die Zucht nach Leistung.

2. Wären physiologische Grundlagen zu schaffen. Hiebei müsste von dem Satze ausgegangen werden, dass physiologisch gleichgebaute Organe physiologisch gleichwertig sind. Aus diesem Satze folgt aber, dass die Leistungen gleichartiger Organe nach denselben Gesetzen zustandekommen müssen und weiters, dass die Steigerung dieser Leistungen in derselben Richtung erfolgen müsse. Es muss also folgerichtig die Züchtung gleichartiger Leistungen nach gleichen oder doch wenigstens ähnlichen Grundsätzen erfolgen und der Versuch wird ergeben, welche Einflüsse mehr oder weniger in den Vordergrund treten. Diese Einflüsse können doppelter Art sein: natürliche und wirtschaftliche. Zu den natürlichen Einflüssen rechne ich das Klima und den Boden, zu den wirtschaftlichen

Wahl- und Aufzucht, Fütterung und Pflege. Diese Einflüsse in steter Hinsicht auf die anzustrebende Leistung zu untersuchen wird zu einer genaueren Kenntnis der physiologischen Vorgänge im Tierkörper führen, als dies bis jetzt der Fall ist. Gegenwärtig ist es üblich für jedes einzelne Haustier die Gesetze der Aufzucht, Fütterung und Pflege festzustellen, wobei man außer Acht ließ, dass es nicht so sehr gilt, das Haustier als solches zu züchten, sondern die Leistung, durch welche das Haustier dem Menschen nützlich und notwendig ist. Es ist aber gewiss von vornherein einleuchtend, dass Aufzucht, Fütterung und Pflege für jene Haustiere, welche gleichen Leistungen dienen, dieselben oder ähnliche sein müssen. Mit dieser Annahme fällt aber die sog. besondere Tierzuchtlehre in ihrer gegenwärtigen Gestalt, und an ihre Stelle tritt die Wissenschaft von den Haustierleistungen, auf anatomisch-physiologischer Grundlage ruhend.

R. S. Bergh, Vorlesungen über die Zelle und die einfachen Gewebe des tierischen Körpers.

Mit einem Anhang, technische Anleitung zu einfachen histologischen Untersuchungen. Wiesbaden, Kreidels Verlag 1894. Gr. 8, 262 S., 138 Fig.

Schon der Titel dieses Werkes weist darauf hin, dass der Verf. ein ähnliches Ziel verfolgt wie O. Hertwig in seinem in der vorigen Nummer dieser Zeitschrift angezeigten Buche: Die Zelle und die Gewebe. Doch ist ersteres nicht nur vollständig unabhängig und unbeeinflusst von jenem entstanden — denn seine dänische Ausgabe erschien gleichzeitig mit jenem —, sondern auch nach einem anderen, beschränkteren Plane gearbeitet. Der Verf. verzichtet darauf, Physiologie und Anatomie vereinigt zu geben, und berücksichtigt physiologische Thatsachen nur soweit, als es immer in der Histologie üblich war. Außerdem aber beschränkt er sich, wie es einer „Einleitung zu dem genaueren Studium der tierischen Histologie“ entspricht, auf eine klare Darstellung der festbegründeten Thatsachen und wahrscheinlichsten Hypothesen. Auch die Literaturangaben sind, einem Lehrbuch entsprechend, selten.

Der erste Abschnitt „Von der Zelle“ ähnelt in der Einteilung und den Kapitelüberschriften außerordentlich dem besprochenen I. Bande von O. Hertwig's Buch: nur dass eben die physiologischen Kapitel fortgelassen, die Diskussion der hier so zahlreichen Hypothesen beschränkt sind und so der reiche Stoff in 70 Seiten behandelt ist. Der Darstellung, in der auch die neuesten Beobachtungen berücksichtigt sind, liegen überall die Anschauungen Flemming's zu Grunde.

Der zweite Teil „von den einfachen Geweben“ ist von größerem Umfang. Schon in der Einteilung zeigt sich hier ein bedeutender Unterschied zwischen den Anschauungen des Verf.'s und Hertwig's: letzterer kündigt an, dass er in dem (noch nicht erschienenen) zweiten Band seines Werkes eine Entwicklungsgeschichte der Gewebe geben wolle. Bergh legt seiner Darstellung die vergleichende Anatomie zu Grunde und sieht sich dadurch genötigt, die Hertwig'sche entwicklungsgeschichtliche Einteilung der Gewebe zu verwerfen, was er in dem Schlusskapitel begründet. Zwischen allen Gewebsarten, führt er aus, lassen sich Zwischenformen, die sowohl der einen wie der andern zugerechnet werden können, finden, wenn man alle Tierformen vergleicht. Alle diese Gewebsformen lassen sich vom Epithel herleiten, denn die ersten Entwicklungsstufen, Blastula und Gastrula, bestehen nur aus typischen Epithelzellen. Deshalb vermag er nicht die sog. Endothelien vom Epithel oder gar Nerven- und Muskelgewebe nach dem hypothetischen, doppelten Ursprung aus verschiedenen Keimblättern jedes in zwei Abteilungen zu trennen.

Nach der von ihm gewählten Einteilung zerfällt das Ganze in folgende Abschnitte: Epithelien, flächenhaft ausgebreitete Gewebe mit geringer Interzellularsubstanz; Muskel- und Nervengewebe, beide durch ihre Funktion ausgezeichnet, viertens Stütz- und Füllgewebe, charakterisiert durch das Vorhandensein reichlicher Zwischensubstanz. Auch diese Vierteilung erkennt Verf. selbst als willkürlich, gewissermaßen als Notbehelf an, denn ihr liegt kein einfaches Prinzip zu Grunde. Z. B. werden unter Nervengewebe auch sowohl Sinnesepithelien wie Neuroglia und Ependym, und zwar aus entwicklungsgeschichtlichen Gründen, behandelt.

Als ein großer Vorzug des Buches erscheint die vergleichend-histologische Betrachtungsweise; sie führt dazu, bei allen Gewebsformen das zur Funktion Wesentliche hervorzuheben und so zur physiologischen Betrachtung der Gewebe hinzuleiten. Ein zweiter Vorzug ist, dass der Verf. zwar bloße Hypothesen darzustellen möglichst vermeidet, aber auch die neuesten Beobachtungen und auf sie gegründete Anchauungen würdigt. Besonders tritt dies in dem Kapitel über das Nervengewebe hervor, in welchem nicht nur die Forschungen von Golgi, Ramón y Cajal, His, Kölliker, van Gehuchten die Grundlage der Darstellung bilden, sondern auch schon die Entdeckungen Lenhossék's und Retzius' über das Nervensystem des Regenwurms und über die Neuroglia dargestellt und durch Wiedergabe ihrer Zeichnungen erläutert werden.

Der Anhang zeichnet sich dadurch aus, dass er auf die Behandlung und Untersuchung mancher sonst weniger beachteter Objekte hinweist. Im Ganzen aber scheint er zu allgemein gehalten und schließt zu schwierige Methoden ein, als dass er einem Anfänger von

großem Nutzen sein könnte. Und gerade an solche wendet sich das Buch sonst mit seiner klaren Darstellung des Wesentlichen, einer Darstellung, der man nicht anmerkt, dass sie aus einer fremden Sprache ins Deutsche übertragen ist. Aber auch solchen wird das Buch sehr nützlich sein, die, nicht in der Lage selber die zahllosen neuen Arbeiten über tierische Histologie zu verfolgen, sich orientieren wollen über die neuen Anschauungen, welche in einigen Kapiteln sich von den vor nicht zu langer Zeit noch herrschenden sehr entfernt haben. W.

Hodgkins-Preise.

Der Termin für Einreichung von Schriften „über Wesen und Eigenschaften atmosphärischer Luft", in Bewerbung um die von der Smithsonian Institution ausgesetzten Hodgkins Fund-Preise, ist in Anbetracht des Umstandes, dass die Bekanntmachung dieser Preise vielen Persönlichkeiten, für deren Kenntnisnahme sie bestimmt war, nicht zu Händen gekommen ist, vom 1. Juli bis 31. Dez. 1894, verlängert worden.

Zahlreiche Anfragen lassen es wünschenswert erscheinen, zu erwähnen, dass obwohl es vorzuziehen wäre, dass ein jeder Bewerber seinen Namen und Adresse seinem Manuskript beifüge, es doch gestattet ist, dieses in solcher Weise zu thun, dass Name und Adresse separat eingereicht, und durch ein entsprechendes Motto die Identität erkenntlich gemacht werde. Die eingelaufenen Manuskripte werden den betreffenden Bewerbern an die auf diese Weise bestimmte Adresse zurückgesandt; das Eigentums-Recht der erfolgreichen Arbeiten jedoch verbleibt der Smithsonian Institution, welche denselben die ausgedehnteste Veröffentlichung zu geben bestrebt ist; in diesem Falle jedoch sind vom Autor keine Verlagsrecht-Privilegien zu erwarten.

Bereits gedruckte Arbeiten sind von der Bewerbung um Preise ausgeschlossen, werden jedoch bei Zuerkennung der Medaille inbetracht gezogen. Diese Medaille kommt in der von den hauptsächlichsten Gesellschaften allgemein angenommenen Weise zur Verteilung, indem bei der Wahl nicht nur die Konkurrenz-Bewerber, sondern alle dem Preiskomité bekannten Forscher inbetracht gezogen werden.

Weitere Auskunft betreffs der Hodgkins-Preise und der Smithsonian Institution werden von dem Sekretär der Institution (S. P. Langley, Washington, D. C.), sowie vom Agenten der Institution, Herrn Dr. Felix Flügel, Nr. 1, Robert Schumann Strafse, Leipzig, erteilt.

S. P. Langley, Sekretär.

Einsendungen für das Biol. Centralblatt bittet man an die **Redaktion, Erlangen, physiol. Institut, Bestellungen** *sowie alle* **geschäftlichen,** *namentlich die auf* **Versendung des Blattes,** *auf* **Tauschverkehr** *oder auf* **Inserate** *bezüglichen Mitteilungen an die* **Verlagshandlung Eduard Besold, Leipzig, Salomonstr. 16,** *zu richten.*

Verlag von Eduard Besold (Arthur Georgi) in Leipzig. — Druck der kgl. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIV. Band. 15. Juli 1894. **Nr. 14.**

Inhalt: **Kochs**, Gibt es ein Zellleben ohne Mikroorganismen? — v. **Erlanger**, Bemerkungen zur Embryologie der Gasteropoden, II. — **Imhof**, Die Rotatorien der großen Seen in Michigan, Nord-Amerika. — **Luciani**, De l'influence qu' exercent les mutilations cérébelleuses sur l'excitabilité de l'écorce cérébrale et sur les réflexes spinaux. — **Haacke**, R. v. Lendenfeld's Kritik der Gemmarienlehre. — **Haacke**, Die Vererbung erworbener Eigenschaften.

Gibt es ein Zellleben ohne Mikroorganismen?

Von Prof. Dr. **W. Kochs**.

Seitdem durch Schwann und Schleiden dargethan wurde, dass alles Lebendige aus Zellen bestehe, und die einfachsten Lebewesen aus einer Zelle, welche mit allen Eigentümlichkeiten der lebendigen Substanz ausgestattet ist, gilt die Zelle mit ihren im Tier- und Pflanzenreiche fast gleichen morphologischen Bestandteilen als Lebenseinheit. In den letzten Decennien ist durch Brefelt und Koch gezeigt worden, dass neben dieser aus Zellen bestehenden Welt und mit ihr innig verbunden, oft zum Nutzen, oft zum Schaden, eine Welt von Mikroorganismen existiert, die, wenigstens für unsere jetzigen Untersuchungsmethoden, morphologisch und physiologisch anders geartet ist als die Zellenstaaten der anderen Wesen des Tier- und Pflanzenreiches.

Bei der Innigkeit der Beziehungen, welche zwischen beiden großen Klassen von Lebewesen besteht, (denken wir nur an die allgemein verbreiteten Fäulnis- und Gärungsvorgänge), drängt sich die Frage auf, ob wohl die Zelle die Lebenseinheit ist? Ist das Protoplasma für sich allein durch die in ihm liegenden Kräfte lebensfähig, oder nur durch eine Art Symbiose mit Mikroorganismen? Finden sich etwa stets in seinem Inneren kleine Teilchen, welche zu seinem Leben erforderlich sind und die isoliert unter geeigneten Bedingungen sich weiter entwickeln und vermehren können, besonders aber nach dem Tode des Protoplasmas fäulniserregend beziehungsweise zerstörend im chemischen

Sinne wirken? Wenn wir uns die vielfachen Leistungen des Inhaltes der einzelnen Zelle eines einzelligen Organismus vorstellen, bedeutet die Einfachheit der Struktur physiologisch eine größere Kompliziertheit. Ohne weitgehende chemische Differenzierung im Protoplasma des einzelligen Wesens können wir Verdauung, Assimilation, Exkretion und Fortpflanzung uns nicht erklären. Bei den vielzelligen Organismen hat mit der morphologischen Differenzierung der einzelnen Zellgruppen eine Arbeitsteilung stattgefunden. Die charakteristischen Zellen der einzelnen Gewebe haben eine verschiedene chemische Struktur, welche der speziellen Art chemischer Thätigkeit entspricht. Im einzelligen Organismus müssen im Protoplasma diese chemisch verschiedenen Teile nebeneinander vorhanden sein. In physiologisch-chemischer Hinsicht kann demnach die Zelle keine Struktureinheit darstellen. Herbert Spencer nimmt daher besondere physiologische Einheiten in den Zellen an, Wiesner bezeichnet dieselben als Plasomen.

Der strikte Beweis, dass relativ einfache Zellen, wie die der Pflanzen, ganz allein aus anorganischen Substanzen den Pflanzenkörper dauernd aufbauen können, ist noch nicht erbracht. Im Gegenteil scheint aus manchen Beobachtungen hervorzugehen, dass gerade die Wurzelzellen nicht ohne Beihilfe niederer Pilze und Bakterien ihre physiologische Thätigkeit enthalten könnten. Demnach erscheint die Frage berechtigt, ob die Pflanzenwelt auf die Welt der Mikroorganismen direkt angewiesen ist, so dass sie ohne diese Wesen überhaupt nicht weiter gedeihen kann?

Fest steht, dass ein Verschwinden der Pflanzenwelt unmittelbar von einem Verschwinden der Tierwelt und des Menschen müsste gefolgt sein. Nur wenn die Chemie im Stande wäre, Eiweiß und Kohlehydrat synthetisch darzustellen, könnte man ein Weiterleben der Tiere wenigstens theoretisch für möglich halten. Kohlensäure kann nur von chlorophyllhaltigen Pflanzenteilen reduziert werden, chlorophyllhaltige Pflanzen allein können aus anorganischen Stoffen so hoch zusammengesetzte Körper bilden, dass der Tierkörper sich damit ernähren kann.

Zahllose Mikroben können sich aber in anorganischen, gekochten Nährlösungen aus wenigen Keimen zum Teil sogar ohne Licht bei bestimmten Wärmegraden entwickeln und große Mengen organischer Eiweißkörper liefern. Cohn'sche Normalnährlösung für Bakterien besteht aus Wasser 1000 g, saures phosphorsaures Kali 5,0 g, schwefelsaure Magnesia 5,0 g, neutrales weinsaures Ammoniak 10,0 g, Chlorkalium 0,5 g. Wenn man diese nicht durch Kochen sorgfältigst sterilisiert, verwandelt sich dieselbe bei mittlerer Temperatur in einen Bakterienbrei. Die Welt der Mikroorganismen kann sich sicher, sobald mal die Keime da sind, in anorganischen Substanzen entwickeln und dauernd für sich behelfen. Ueber 1 Jahr machte ich

Versuche mit gekochter Cohn'scher Lösung, welche sich unter Watteverschluss bakterienfrei erhielt, aber schon durch kurze Berührung mit der ungereinigten Luft infiziert wurde und dann große Mengen Bakterien lieferte. In gekochtem Wasser züchtete ich mit diesen Bakterien zahlreiche Daphnien und Cypris, die ihrerseits Fischfutter waren. Auf diesem Wege kann Eiweiß ohne Pflanzen erzeugt werden.

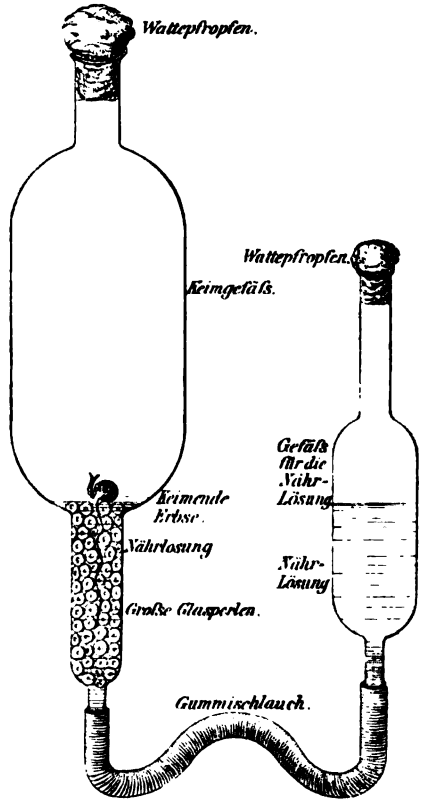
Um nun festzustellen, ob die Pflanzenzelle ohne Hilfe der Mikroorganismen gedeihen kann, habe ich mich bemüht zunächst durch Versuche für folgende Fragen eine sichere Antwort zu finden.

1) Gibt es überhaupt lebende Pflanzen oder Pflanzenteile, welche in ihrem Innern keine Mikroorganismen enthalten?
2) Ist eine Sterilisierung der Oberfläche von Pflanzenteilen speziell Samen möglich, ohne das Leben beziehungsweise die Keimkraft zu vernichten?
3) Wenn eine Pflanze in sterilen Gefäßen aus auf der Oberfläche sterilisierten Samen gezogen ist, kann dieselbe ohne Beteiligung von Mikroben normal bis zur Fruchtreife wachsen?
4) Wenn eine, ohne Mikroben aufgewachsene Pflanze abstirbt, was wird aus ihr ohne Zutritt von Mikroben?

ad 1. Vorab möchte ich bemerken, dass die endgiltige Entscheidung, ob irgendwo Mikroben oder deren Keime vorhanden sind, überaus schwierig ist, und die Fortschritte der Bakteriologie mahnen zu immer größerer Vorsicht. Das Aufsuchen der kleinen, vielleicht oft nur in geringer Zahl vorhandenen Mikroben, oder gar deren Sporen, mittels des Mikroskopes, kann höchstens dazu führen, dass man sagen kann, ich habe keine Mikroben gefunden. Aussäen des verdächtigen Materiales lege artis auf geeignete Nährböden und Kultivierung unter verschiedenen Bedingungen, um die Sporen zum Auskeimen oder einzelne Individuen zur Vermehrung zu bringen, beweist bei Gelingen, dass das Material infiziert war, im anderen Falle kann man höchstens sicher behaupten, dass nichts gewachsen ist. Damit ist aber nicht erwiesen, dass nicht ein Nährboden hätte bereitet werden können, auf welchem unter richtigen Bedingungen doch etwas gewachsen wäre.

Nach unseren jetzigen Kenntnissen können die überall befindlichen Keime der Mikroben nur durch heftig wirkende chemische Agentien oder hohe Hitze sicher getötet werden. Eine Sterilisierung von lebenden Pflanzenteilen durch Abwaschen mit wirksamen antiseptischen Lösungen ist ebenso wie Anwendung genügender Hitze ausgeschlossen. Viele Pflanzensamen haben aber durchaus geschlossene, feste, schwer durchdringbare Hüllen. In der Hoffnung nun, dass das Innere solcher

Samen keine Mikroben oder deren Keime enthielte, habe ich versucht ihre Außenfläche durch chemische Mittel von anhaftenden Keimen zu befreien. Nach vielfachen Versuchen ist dieses gelungen und habe ich dann die sterilisierten Samen in ebenfalls keimfrei gemachten Gefäßen und Nährlösungen keimen und wachsen lassen.



Versuche die Oberfläche von Samen keimfrei zu machen. Die Samen der Kresse, des Sommerrettigs, der Erbsen und verschiedener Bohnenarten können, wie ich mich durch zahlreiche Proben überzeugt habe, wenn sie lufttrocken sind, unbeschadet ihrer Keimfähigkeit und des späteren Wachstums 1 Minute in Sublimatlösung 1 : 1000 Wasser liegen. Zweifellos werden sich noch viele Samen mit gleicher oder noch größerer Widerstandsfähigkeit finden lassen. Für meine Zwecke genügten Versuche mit diesen wenigen Arten. Infolge der den Samenoberflächen anhaftenden Luft ist jedoch eine wirkliche Benetzung durch die Sublimatlösung in 1 Minute vielfach zweifelhaft. Ob in den oberflächlichen Schichten der Samenhüllen befindliche Keime durch die wässerige Sublimatlösung getötet werden, ist daher noch unsicherer. Die Versuche zeigten denn auch, dass bei so sterilisierten

Samen oft doch noch nach der Keimung in sterilen Gefäßen speziell aus der Samenschale nach deren Abstoßung, oft erst nach einigen Wochen, Schimmelpilze geradezu herauswuchsen. In der Folge stellte ich deshalb durch halbstündiges Kochen und Abkühlung desselben ohne Bewegung luftfreies destilliertes Wasser her, in welches die Samen 10 Minuten eingelegt wurden. Die anhaftende und in den oberflächlichen Schichten befindliche Luft wird schnell von dem luftfreien Wasser absorbiert und die Samenoberfläche ist sicher ganz benetzt. Legt man nun so vorbereitete Samen in wässerige Sublimatlösung 1 : 1000, so findet ausnahmslos Sterilisation der Schale statt.

So behandelte Samen von Kresse, Bohnen, Erbsen, Sommerrettig gab ich dann unter Beobachtung aller Vorsichtsmaßregeln gegen Infektion in den nebenstehend abgebildeten, nach mehrfachen Abänderungen für meine Zwecke geeigneten Keimapparat. Im Verlaufe eines Jahres wurden solche Keimapparate in 24 Exemplare hergestellt und zum Teil mehrfach benutzt. Nach einigen Vorversuchen ergab es sich als zweckmäßig in jeden Apparat nur ein Samenkorn hineinzugeben und die Apparate so herzurichten, wie in der Zeichnung dargestellt ist. In einem von Rohrbeck in Berlin bezogenen neuesten Dampfsterilisationsapparat wurden die mit Wasser oder Nährlösung beschickten Apparate zunächst mehrere Stunden strömendem Wasserdampfe von 101° ausgesetzt. Um ganz sicher zu gehen wurde dieses Erhitzen mehrere Tage hintereinander bis zu 3 Stunden Dampfwirkung fortgesetzt. Nach der letzten Erhitzung wurden die Apparate noch 1—2 Tage aufbewahrt, um die Wattepfropfen austrocknen zu lassen.

Nachdem dann, wie oben angegeben, die Samenkörner aufs sorgfältigste sterilisiert waren, ließ ich unter vorsichtiger Lüftung des Wattepfropfens des Keimgefäßes das Samenkorn auf die Glasperlen fallen. Durch Befestigen des zweiten Gefäßes mit der Nährlösung in geeigneter Höhe wurde das Samenkorn durch reichliche Flüssigkeit schnell zum Quellen und Keimen gebracht. Täglich wurde dann durch Heben und Senken ein, wenn auch mäßiger, so doch für die Versuchszwecke ausreichender Luftwechsel im Apparate erzielt.

Für die Beantwortung der oben gestellten Frage 2, ob eine Sterilisierung der Oberfläche eines Samenkornes möglich ist, ohne die Keimfähigkeit zu vernichten, und ob das Innere der Pflanzensamen keimfrei ist, kann statt der Sachs'schen Nährlösung auch Wasser genommen werden. Mit Sachs'scher[1]) Nährlösung werden die Pflänzchen kräftiger und so groß, dass sie den ganzen Apparat ausfüllen und schließlich den Wattepfropfen heben.

1) Die Sachs'sche Nährlösung besteht aus: Wasser 1000 g, salpetersaures Kali 1,0 g, Chlornatrium 0,5 g, schwefelsaurer Kalk 0,5 g, schwefelsaure Magnesia 0,5 g, gewöhnlicher phosphorsaurer Kalk 0,5 g.

Julius Sachs, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie, Leipzig 1882, S. 342.

Trotz aller Sorgfalt gelingt es nun nicht immer alle Keime so zu töten oder die Apparate so zu behüten, dass nach Monaten sich keinerlei Pilzbildung, besonders kein Schimmel zeigt. Unter 8 Versuchen, welche ich 16 Monate beobachtete, sind mir 5 so gelungen, dass nach 14 Monaten makroskopisch und mikroskopisch nichts von Mikroben oder Pilzen zu entdecken war. Die Pflänzchen 1) Sommerrettig, 2 Exemplare in einem Apparate, 2) 2 Erbsen, 3) 2 Bohnen je eine in einem Apparat waren normal entwickelt. Die Sommerrettigpflänzchen, nur in Wasser gezogen, starben nach 3 Monaten ab aus Nahrungsmangel. Die zarten Würzelchen sahen nach 16 Monaten im Wasser noch ganz weiß und unverändert, wie lebendig aus. Das Chlorophyll der Blättchen ist allmählich gelb geworden, die zarten, langen Stengel sind in den oberen Partien etwas eingetrocknet. Die Erbsen und Bohnen, welche in Apparaten mit Sachs'scher Lösung waren, füllten üppig die ganzen Apparate aus, weshalb ich nach 3 Monaten die Sachs'sche Lösung unter allen Vorsichtsmaßregeln durch sterilisiertes Wasser ersetzte. Das Absterben erfolgte dann so, dass die untersten Blätter schrumpften und oben neue Triebe sich aus diesem Material bildeten. Schließlich hörte dieses auf und nun erhielten sich die Pflanzen, nur durch das Licht gebleicht, in dem feuchten Raume äußerlich ganz unversehrt.

In den nicht gelungenen Versuchen zeigte sich entweder Schimmel auf den Samenschalen oder die Nährlösung trübte sich durch Mikroben. Die Wurzeln wurden dann bald braun. Eigentliche Fäulnis ist nie eingetreten, weil die dazu nötigen Bakterien nicht vorhanden waren, dagegen zeigte sich häufig eine Vertorfung der Pflanzenteile.

Einen Apparat mit Sommerrettigpflänzchen, welcher 14 Monate anscheinend ganz mikrobenfrei geblieben war, übergab ich dem unter Leitung von Prof. Finkler stehenden hygienischen Institute, welcher die Güte hatte durch Herrn Dozent Dr. Krause den Inhalt des Apparates bakteriologisch untersuchen zu lassen. Keinerlei Mikroorganismus konnte aufgefunden werden.

Durch die gelungenen Versuche ist also festgestellt, dass 1) das Innere normaler Pflanzensamen keimfrei sein kann und wohl in der Regel ist; 2) mit geeigneten Vorrichtungen aus solchen Samen Pflanzen ohne Mitwirkung von Mikroorganismen gezogen werden können. Es wird allerdings nicht ganz leicht sein, sterile Keimapparate herzustellen, in denen Pflanzen bis zur Fruchtreife gezogen werden können. Es mag sein, dass dieses nicht für alle Pflanzen möglich ist, an der prinzipiellen Möglichkeit für viele Arten, ohne Mikroorganismen zu gedeihen, ist wohl nicht mehr zu zweifeln.

Die Versuche ergaben ferner, dass eine ohne Mikroben gezogene Pflanze in feuchtem Zustande sehr dauerhaft ist. Fäulniskeime sind nicht vorhanden, die gewöhnlichen Zersetzungen toter, feuchter Pflanzen-

teile können demnach nicht stattfinden, das Licht bleicht die Farbstoffe und in langer Zeit werden auch wohl noch näher zu erforschende chemische Umsetzungen in den Zellen stattfinden, bis ein Gleichgewichtszustand erreicht ist.

Merkwürdig ist die Art des Absterbens bei Nahrungsmangel. Die zuerst gebildeten Blätter wurden bis auf die härteren Teile resorbiert, und aus diesem Material bildeten sich langsam an der Spitze neue Triebe und Blätter, bis die Pflanze ganz zu wachsen aufhörte.

Aus folgenden Versuchen und Beobachtungen geht hervor, dass auch normale Pflanzenteile zumeist im Inneren keimfrei sind.

Bekannt ist, dass man manche Früchte z. B. Aepfel, wenn die Oberfläche unversehrt ist und keine Quetschung des Inneren stattgefunden hat, sehr lange an geeignetem Orte aufbewahren kann. Sie trocknen etwas ein und im Inneren finden weitere Reifeerscheinungen statt, die an sich nichts mit zerstörender Zersetzung oder Fäulnis zu thuen haben. Folgender Versuch zeigt, dass die Früchte wohl sehr lange aufbewahrbar sind, wenn man die Verdunstung unmöglich macht. Von einem Pflaumenbaum nahm ich einen mit zahlreichen fast reifen aber noch nicht genießbaren blauen Pflaumen besetzten Zweig und schnitt, ohne die Früchte zu berühren, indem ich den Stiel mit einer Pinzette anfasste, mehrere ab, tauchte sie 1 Minute in Sublimatlösung 1:1000, wodurch die Oberfläche infolge ihres Wachsüberzuges kaum benetzt wurde, jedenfalls aber die Schnittfläche des Stielchens sterilisiert wurde und brachte sie dann ohne Berührung mit der Hand schnell je eine unter eine mit Quecksilber gefüllte Glocke. Es gelang dieses leicht durch Niederdrücken der Frucht im Quecksilber mit einem sterilisierten kleinen Glastrichter und Aufsteigenlassen unter der mit Quecksilber gefüllten und in Quecksilber stehenden Glocke, die aus einem größeren Reagensglase bestand. Nach 3 Monaten erwiesen sich diese Pflaumen als fast unverändert, sie waren auch nicht reifer geworden. Bei der relativ hohen Temperatur im August, September und Oktober waren keinerlei zersetzende Mikroorganismen in diesen Früchten zur Entwicklung gekommen und es ist deshalb wohl als sicher anzunehmen, dass dieselben im Inneren gänzlich keimfrei gewesen sind.

Für die Pflanzenzelle dürfte demnach die Unabhängigkeit von Mikroben erwiesen sein. Viel schwieriger ist die gleiche Frage für die tierische Zelle beziehungsweise den Tierkörper zu entscheiden.

Ob das Innere des tierischen Körpers Mikrobenfrei, ob Tiere ohne Mikroben verdauen können, ist trotz zahlreicher, diese Fragen behandelnden Arbeiten noch nicht ganz sicher entschieden. Obwohl die Untersuchungsmethoden zum Nachweise von Mikroorganismen bereits eine große Sicherheit verbürgen, ist die so

wichtige Frage, ob Bakterien im Blute lebender Tiere oder des Menschen normaler Weise vorkommen, nicht sicher entschieden.

Zahlreiche Forscher, welche sich bisher mit dieser Frage beschäftigt haben, sind zu entgegengesetzten Resultaten gelangt.

Van der Brock (Annalen der Chemie und Pharmakol., 1860) gibt an, dass arterielles Blut, wenn der Luftzutritt absolut ausgeschlossen ist, bei 25° bis 30° sich unverändert erhielt.

Pasteur (Compt. rend., Bd. 56, S. 138) fand in frischem und geronnenen Blut keine lebendigen züchtbaren Organismen.

Burdon Sanderson (Thirteenth Report of the Med. off. of the Privy Council) kam zu gleichem Resultate.

Hensen und Lüders (Arch. f. mikrosk. Anat., 1867, S. 317, 342) fanden, dass mit größter Sorgfalt aus dem Herzen entnommenes Blut bei 40° nach 3 Tagen voll von Bakterien war.

Billroth (Untersuch. über die Vegetationsformen der cocobact. septica, S. 60) sagt: Für mich sind die angeführten Versuche beweisend, dass sich in den meisten Geweben des Körpers, vorwiegend wohl im Blute, entwicklungsfähige Bakterienkeime finden".

E. Tiegel (Arch. für pathol. Anat., Bd. 60, S. 453) hat ebenso wie Billroth die zu untersuchenden frisch ausgeschnittenen Organteile in Paraffin eingeschmolzen und stets Fäulnis eintreten sehen. Vielfache Wiederholungen dieser Versuche ergaben stets dasselbe Resultat. Billroth gibt später (Arch. f. klin. Chirurgie, Bd. 20, S. 342) an, dass aus der a. carotis vom Hunde mit allen Kautelen entnommenes Blut konstant in Fäulnis überging.

Rosenberger (Centralbl., 1882, Nr. 4) fand nach Injektion gekochter septischer Substanz ins Blut lebender Tiere bald Bakterien in demselben.

Rossbach (Centralbl., 1882, Nr. 5) konnte durch mikroskopische Untersuchung im Blute gesunder Tiere keine Bakterien auffinden, sobald er aber Papayotin ins Blut brachte, fanden sich bald zahlreiche lebendige bewegliche Bakterien.

P. Zweifel (Zeitschrift f. physiol. Chemie, 1882, Bd. 6, S. 386) gibt an, dass unter Quecksilber aufgefangenes Blut, wenn es frisch und sauerstoffhaltig gewesen war, unzersetzt blieb, Blut hingegen, welchem der Sauerstoff entzogen war, faulte stets ohne Berührung mit der Luft, was Zweifel aus der Wirkung von Organismen erklärt, welche zwar im Blute immer vorhanden sind, aber durch den Sauerstoff an der Fortpflanzung verhindert werden, hingegen sauerstofffreies Blut in „Drachengift" verwandeln.

Zahn (Archiv f. path. Anat., 1884) glaubt, weil es ihm gelang, frisch aus dem Körper entnommenes Blut lange Zeit aufzubewahren, dass vermehrungsfähige Organismen im Blute nicht vorhanden sind.

Ob Bakterien im Blute lebender Tiere vorhanden sind, hat v. Fodor (Archiv f. Hygiene, Bd. 4, S. 129) durch besondere Versuche zu einer endgiltigen Lösung zu bringen gesucht.

Zunächst stellte er fest, dass bei gesunden Kaninchen, wenn Blut während des Lebens unter hinreichenden Vorsichtsmaßregeln entnommen wird, in gut bereiteter und zum Züchten höchst geeigneter Peptongelatine bei 20° bis 37° züchtbare Bakterien nicht enthalten sind. Dann hat er verschiedene nicht pathogene Bakterienarten *Bact. termo*, *Bacill. subtilis* und *Bac. megaterium* lebenden Kaninchen in die Vena jugularis injiziert. Vor und in verschiedenen Zeiträumen nach der Injektion wurden den Tieren Blutproben entnommen und auf ihren Bakteriengehalt geprüft. Ein Teil der Tiere wurde normal gefüttert und gehalten, ein anderer hungern und frieren gelassen.

Es ergab sich, dass bei gesunden Tieren sehr schnell selbst große Mengen Bakterien aus dem Blute verschwanden, während bei den kränkelnden Tieren dieses etwas länger dauerte.

Sowie nun das Blut zweifellos befähigt ist große Massen nicht pathogener Bakterien zu vernichten, ist es oft auch im Stande mit schließlichem Erfolge pathogene Bakterien ganz zu vernichten. Bewiesen wird dieses für das Verständnis der Heilung der Infektionskrankheiten wichtige Moment dadurch, dass minimale Mengen Impfstoff, welche aber den spezifischen Organismus enthalten, nicht infizieren und die typische Erkrankung herbeiführen. Selbst Milzbrand ist beim Menschen heilbar durch die zerstörende Kraft des Blutes und der Körpersäfte.

Wenn ein Mikroorganismus im Blute eines Tieres oder des Menschen wächst und sich lebhaft vermehrt, ist er, beziehungsweise wird er pathogen, weil durch das massenhafte Auftreten, abgesehen von seinen Stoffwechselprodukten schwere Störungen im Organismus des infizierten Tieres entstehen müssen.

Ferner liegt eine Arbeit von Trombetta vor (Centralbl. f. Bakteriologie, Bd. IV, S. 664), wonach es eine Grenze gibt, unter welcher das Blut und die Organe ganz gesunder gewaltsam getöteter Tiere frei von Fäulnisbakterien bleiben. Für Mäuse wurde z. B. bei Zimmer-Temperatur bis zu 19 Std. Bakterienfreiheit des Blutes gefunden, im Eisschrank selbst noch nach 22 Std., während bei Bruttemperatur bereits nach 5 St. die Infektion stattgefunden hatte. Stets findet die Infektion von den Eingeweiden aus statt.

So weit sich bis jetzt die Resultate übersehen lassen, scheint festzustehen, dass es öfters gelingt, von lebenden oder auch eben gestorbenen Tieren Blutproben zu entnehmen, welche nicht faulen. Es ist ja auch denkbar, dass bei der großen Zerstörungskraft, welche das Blut und die Gewebe lebender Tiere für Mikroorganismen besitzen, oft

ein Moment eintreten kann, wo die Säfte und Gewebe des Tieres mikrobenfrei sind. Dieses ist dann ein glücklicher Zufall.

Ob tierische Gebilde dauernd keimfrei sein können, und speziell die Verdauung ohne Beihilfe von Mikroben ganz möglich ist, lässt sich wohl nur in analoger Weise, wie ich es mit Pflanzensamen ausführte, mit geeigneten Tiereiern, die man nach Sterilisierung ihrer Oberfläche keimfrei zur Entwicklung bringt, feststellen. Die Schalen mancher Eier, z. B. der *Ascaris megalocephala*, der *Daphnia-*, *Cyclops-*, *Cypris*-Arten lassen sich ohne Beeinträchtigung der Entwicklungsfähigkeit mit starken Sublimatlösungen und absolutem Alkohol waschen. Nach M. Nussbaum entwickeln sich die Eier der *Ascaris megalocephala* in Reagentien, die sonst alles Lebendige abtöten (M. Nussbaum, Sitzungsberichte der niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. Ueber Lebenserscheinungen bei Infusorien). Selbst völliges Eintrocknen hindert nicht die Ausbildung des Embryo. Crustaceeneier entwickeln sich im Magen von Polypen weiter, während die Muttertiere verdaut werden. Die Schale solcher Eier wird man daher jedenfalls keimfrei machen können.

Der Versuch aus so sterilisierten Eiern in keimfreien Flüssigkeiten mit keimfreier Nahrung Tiere zu ziehen, welche aus sich nach dem Tode nicht faulen können, ist, wenn auch mit großen Schwierigkeiten, immerhin möglich und mit Rücksicht auf die prinzipielle Frage hoffe ich auf sein schließliches Gelingen.

Bei den Versuchen, Pflanzensamen mit wässerigen Sublimatlösungen zu sterilisieren, waren, wie oben erwähnt, so viele Misserfolge, dass ich in letzter Zeit infolge einer Angabe bei de Bary, wonach Kressesamen 8 Tage in absolutem Alkohol verweilen können, ohne ihre Keimfähigkeit einzubüßen, verschiedene Samen bis 4 Wochen in 99,5proz. Alkohol bei Stubentemperatur aufbewahrt habe

Nach den heutigen Ergebnissen der Bakteriologie sind durch 4 Wochen absoluten Alkohol sicher alle Mikroorganismen und deren Keime getötet. Völlig lufttrockene Samen von Erbsen, Sommerrettig und Kresse, welche mir von Prof. Körnicke in freundlichster Weise in zahlreichen Abarten zur Verfügung gestellt waren, ertrugen ohne Beeinträchtigurg der Keimfähigkeit in großer Zahl, Erbsen sämtlich, ein vierwöchentliches Verweilen in absolutem Alkohol. Neue Keimversuche mit so behandelten Körnern gaben bedeutend bessere Resultate als die mit wässeriger Sublimatlösung behandelten.

Durch absichtliches Verletzen der Samenhüllen stellte sich heraus, dass die Erhaltung der Keimfähigkeit des Samens im Alkohol auf dem nicht Eindringen beruht. Es ist wohl eine für die Sterilisierung mit antiseptischen Flüssigkeiten wichtige Thatsache, dass es vegetabilische Häute gibt, welche Alkohol geradezu nicht durchlassen.

Zahlreiche Versuche, welche ich anstellte, um lebenden Tieren abgeschnittene Teile ohne Fäulnis zu erhalten, haben kein ganz sicheres Resultat ergeben. Tritonen schnitt ich mit sterilisierter Scheere lebend den Schwanz ab, nachdem derselbe $^1/_4$ Minute in Sublimat 1 : 2000 Wasser getaucht war. Solche Schwanzstücke habe ich in Paraffinum liquidum und unter Quecksilber aufbewahrt, aber stets erhebliche Zersetzungen beobachtet. Zunächst dürfte deshalb die von v. Fodor'sche Ansicht, dass tierische Organismen gelegentlich ganz keimfrei sein können, zu Recht bestehen.

Jedenfalls dürfte als bewiesen gelten, dass das Zellleben ohne Mikroorganismen bestehen kann.

In letzter Zeit ist auch von H. Moeller[1]) das biologische Verhältnis zwischen dem Knöllchenpilz der Leguminosen nicht als Symbiose, sondern als Parasitismus aufgefasst worden. Während an den Wurzeln von *Lupinus luteus* die Knöllchen sich in den verschiedensten Bodenarten entwickeln, fehlen sie bei den in Torf- oder Heideerde gezüchteten Pflanzen. Die Knöllchen entstehen durch Einwanderung von Bakterien aus dem Boden; in Torf- und Heideerde sind diese Bakterien nicht vorhanden.

Die oben beschriebenen Versuche sind in dem von mir während 4 Semestern geleiteten tierphysiologischen Laboratorium der landwirtschaftlichen Akademie in Poppelsdorf unter einigermaßen schwierigen Verhältnissen gemacht. Bis auf die Versuche mit sterilisierten Tiereiern halte ich die Ergebnisse für feststehend, nur bedaure ich, dass es mir nicht möglich war, mangels der notwendigen Vorrichtungen, in großen sterilisierten Keimapparaten Pflanzen bis zur Fruchtreife ohne Mikroben zu entwickeln.

Bemerkungen zur Embryologie der Gasteropoden, II.

Vorläufige Mitteilung von **R. v. Erlanger**,
Privatdozent der Zoologie.
(Aus dem zoologischen Institut zu Heidelberg.)

Seit mehreren Jahren mit der Entwicklungsgeschichte und Anatomie der Mollusken beschäftigt, verfüge ich über eine Anzahl Beobachtungen, welche an Süßwasserpulmonaten und speziell an *Planorbis* und *Lymnaeus* angestellt wurden.

Da ich nun augenblicklich mit Arbeiten auf einem ganz anderen Gebiet beschäftigt bin, will ich nur ein Organ, welches ich genauer bearbeitet habe, jetzt näher beschreiben, um später die anderen, welche

1) H. Moeller, Bemerkungen zu Frank, Mitteilung über den Dimorphismus der Wurzelknöllchen der Erbse. Berichte der deutschen botan. Gesellschaft, Bd. X, 1892, Heft 5, S. 242.

mir wichtig, oder einer gründlicheren Untersuchung wert erscheinen. zu behandeln.

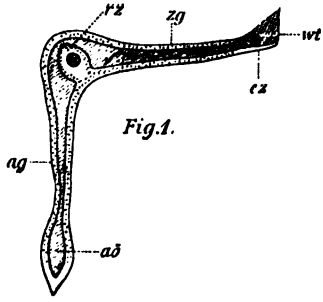


Fig. 1.

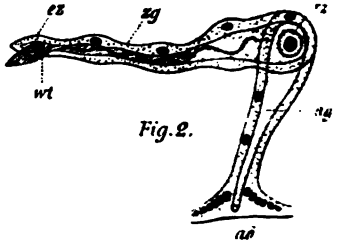


Fig. 2.

Die Urnieren der Süßwasserpulmonaten sind paarige larvale Exkretionsorgane, welche hier in höherem Maße als bei allen anderen Mollusken ausgebildet sind. Die Urniere bildet einen V-förmig geknickten Kanal, welcher, wenn man den Embryo in seitlicher Lage betrachtet (Fig. 1) von vorn und vom Rücken nach hinten und ventralwärts zieht. Die Urniere mündet durch eine ovale Oeffnung (*aö*. welche seitlich unweit des Afters liegt, nach außen, während das andere Ende, durch einen Wimpertrichter (*wt*) mit der Leibeshöhle in offener Verbindung steht.

Fig. 2 gibt die Urniere (und zwar die rechte) in horizontaler Ansicht wieder.

Schon Fol [2] hat beide Oeffnungen beschrieben aber nur die äußere richtig abgebildet, während Bütschli [1] nur die innere vermutete und Rabl [3] sowohl die äußere wie auch die innere vollständig entgingen. Die Urniere besteht nun nicht, wie Wolfsohn [4] meint, aus einer einzigen großen Zelle, sondern aus mehreren, wie Rabl ganz richtig angegeben hat. Zunächst fällt uns an der Knickungsstelle eine große Zelle (*rz*) ins Auge, welche einen großen Kern, mit mächtigen sphärischen Nucleolus enthält und von Bütschli entdeckt wurde.

Obgleich dieselbe sehr leicht zu sehen ist und vorzugsweise die Auffindungen des ganzen Organs ermöglicht, ist sie merkwürdigerweise einem so scharfsinnigen Beobachter wie Fol vollständig entgangen, während sie von den übrigen drei hier bereits angeführten Forschern gesehen und abgebildet wurde.

Die Riesenzelle (*rz*), wie ich dieselbe der Deutlichkeit halber nennen will, springt buckelförmig von der ventralen Peripherie des Urnierenganges, welche hier zu einer Ampulle erweitert ist, in das Lumen herein und bezeichnet die Grenze zwischen dem zuführenden (*zg*) und dem ausführenden (*ag*) Teil des Exkretionsorganes.

Der Ausführgang (*ag*) zeigt einen deutlich zelligen Bau und ist bei *Lymnaeus* etwas kürzer als der zuführende (*zg*), welcher ebenfalls eine

deutliche zellige Wandung besitzt. Da bei seitlicher Ansicht die Kerne des zuführenden Ganges, stets auf derselben Seite des Lumens gelegen sind, spricht dieser Umstand entschieden dafür, dass diese Zellen durchbohrte sind. Wahrscheinlich gehen sie aus der Riesenzelle, welche nach Rabl die Anlage des ganzen Organs repräsentiert, durch Teilung hervor. Dieser Punkt bedarf jedoch einer erneuten Untersuchung [1]).

Der Wimpertrichter (*wt*) wird von einer Endzelle gebildet (*ez*), welche einen größeren Kern zeigt als alle anderen Zellen der Urniere, mit Ausnahme der Riesenzelle.

Sämtliche Urnierenzellen enthalten rundliche Exkretkörner, mit welchen Fol die Kerne verwechselt hat.

Gehen wir nun genauer auf den Bau der Wimpertrichter (*wt*) ein, so fällt zunächst auf, dass er zweierlei Gestalt zeigt, je nachdem wir auf die seitlich und nicht endständig (wie Fol angibt) gelegene Oeffnung von der Fläche (Fig. 2) blicken oder den Trichter im Profil betrachten (Fig. 1).

Beobachten wir die Oeffnung von der Fläche (Fig. 2), so hat der Trichter eine löffelförmige Gestalt. Aus der ovalen Oeffnung sehen wir eine fein längsgestreifte Membran herausragen, welche sich im ganzen Verlauf des zuführenden Ganges, also bis zur Riesenzelle hin, in Gestalt einer wellenförmigen Linie verfolgen lässt. Aus der Beschaffenheit der Membran und aus der Kontinuität der eben erwähnten Linie geht unzweideutig hervor, dass wir es hier mit einer undulierenden Membran und nicht etwa mit Wimperhaaren oder Cilien (wie früher geglaubt wurde), zu thun haben.

Dieser Punkt, die seitliche und nicht terminale Lage der inneren Oeffnung, und die Endzelle sind allen früheren Beobachtungen entgangen.

Ich muss mich an dieser Stelle damit begnügen, kurz auf die Homologien im Bau der eben besprochenen Urnieren mit den Exkretionsorganen der Rädertiere hinzuweisen und hoffe bald auf diesen Punkt zurückkommen zu können.

Besehen wir uns dagegen den Wimpertrichter von der Seite, so ist das blind geschlossene Ende schräg abgestutzt (Fig. 1) und bildet mit der, aus der Oeffnung herausragenden Membran ein Dreieck.

Damit wäre das wichtigste über den Bau dieser interessanten Organe gesagt, und ich will nur noch zum Schluss erwähnen, dass die hier in Kürze mitgeteilten Resultate, sowohl durch Schnittserien, als auch durch Beobachtung ganzer lebender und abgetöteter junger Embryonen, sowie herauspräparierter Urnieren gewonnen wurden.

1) Ich glaube schon jetzt behaupten zu können, dass der Ausführgang bis zur Riesenzelle (exklusive) ektodermaler Natur ist und durch Einstülpung (etwa wie bei der *Bythynia*) entsteht im Gegensatz zum zuführenden mesodermalen Teil.

Auf die Homologien der Urnieren der Weichtiere, mit den Exkretionsorganen anderer Tiere, soll erst in der ausführlichen Arbeit eingegangen werden, welcher ich photographische Abbildungen beizulegen beabsichtige.

Heidelberg, 7. Juni 1894.

Litteraturverzeichnis.

[1] O. Bütschli, Entwicklungsgeschichtliche Beiträge „über *Paludina vivipara*". Zeitschrift f. wiss. Zoologie, Bd. XXIX, 1877.

[2] H. Fol, Développement des *Gastéropodes pulmonés*. Archives de Zoologie experimentales, 1879—1880.

[3] C. Rabl, Ueber die Entwicklung der Tellerschnecke. Morph. Jahrb., Bd. V, 1879.

[4] W. Wolfsohn, Die embryonale Entwicklung von *Lymnaeus stagnalis*. Bulletins de l'Académie impériale des sciences de St Pétersbourg, XX, 1880.

[5] R. v. Erlanger, Zur Entwicklung von *Paludina vivipara* II. Vorläufige Mitteilung. Zool. Anzeiger, Nr. 370, 1891.

[6] Derselbe, Bemerkungen zur Embryologie der Gasteropoden, I. Biol. Centralblatt, Bd. XIII, Nr. 1, 15. Januar 1893.

Die Rotatorien der großen Seen in Michigan, Nord-Amerika.

Referat von Dr. phil. **Othmar Emil Imhof.**

Jennings publizierte im Mai dieses Jahres im Bulletin der Fischkommission des Staates Michigan ein stattliches Verzeichnis der Rotatorien aus den Seen dieses Landes, als Ergebnis von Studien, ausgeführt für die Fischkommission während der zwei Sommer von 1892 u. 1893 in den Muskegon, Newaygo Oceana und Mecosta countries.

Im See St. Claire fand er die große Zahl von 110 Species. Wohl aus keinem See sind bisher eine solche Anzahl von Rädertierchen bekannt. Es zeigt dieses Resultat, wie sehr spezielle, lokale Erforschung kleinerer Tiergruppen reichen Erfolg der Kenntnis der Süßwasser-Fauna bringt.

Im Ganzen enthält das Verzeichnis 122 Species mit 6 neuen Arten. Am reichsten vertreten sind die Familien der *Notommatadae*, 28 Species, der *Cathypnadae* durch 12 Species, der *Philodinadae* durch 11 Species und der *Dinocharidae* mit 10 Species.

Von der Gesamtzahl wurden 49 Arten nur im St. Clairsee, 12 Species nur in Binnenseen nachgewiesen; sowohl im St. Clairsee als auch in anderen Seen 61 Arten.

Pelagisch lebende Rotatorien führt der Autor 19 Species auf, von denen 12 in meiner: Zusammensetzung der pelagischen Fauna[1]) der europäischen Seen nicht enthalten sind.

1) Diese Zeitschrift Bd. XII, 1892, Nr. 6, S. 176—177.

Rhizota: 1. *Floscularia pelagica* Rhs. 4. *Synchaeta stylata* Wrz.
2. *Apsilus lentiformis* Mtsch. 5. *Gastropus lynceus* Ehr.
3. *Conochilus unicornis* Rhs. 6. *Gastropus Hudsoni* Imh.
Ploïma: 1. *Asplanchna Herricki* d. Grn. 7. *Mastigocerca capucina* Wrz. Zach.
2. *Ascomorpha hyalina* Kll. 8. *Notops pygmaeus* Clm.
3. *Anapus ovalis* Brg. 9. *Notommata monopus* Inn.

Die 6 neuen Species sind:

Ploïma, Loricata: 1. *Notops laurentinus* Inn.
2. *Notommata monopus* Inn.
2. *Notommata truncata* Inn.
4. *Mastigocerca lata* Inn.
5. *Rattulus sulcatus* Inn.
6. *Salpina macrocerca* Inn.

Im Wesentlichen zeigt die Rotatorien-Fauna dieses Gebietes mit denjenigen der europäischen Seengebiete große Uebereinstimmung, weist aber auch ihr eigen angehörende Arten auf.

L. Luciani, De l'influence qu' exercent les mutilations cérébelleuses sur l'excitabilité de l'écorce cérébrale et sur les réflexes spinaux[1]).

(Archives Italiennes de Biologie, t. XXI).

Den im Biologischen Centralblatt (Bd. XIII, 1893, S. 60) mitgeteilten Nachrichten über die von Herrn Prof. Luciani aus Rom begründete Lehre der Physiologie des Kleinhirns lassen wir noch einen kurzen Bericht über das, was vom Verfasser während des Internationalen medizinischen Kongresses in Rom über dieselbe Frage vorgetragen wurde, folgen.

Auf Grund einiger Versuche gelangte Herr Dr. Russel (British Medical Journal) zum Ergebnisse, dass der Entfernung eines Halbteils des Kleinhirns eine Verminderung der Reizbarkeit der entgegengesetzten Großhirnrinde und eine Erhöhung der Sehnen- und Periostreflexe des gleichseitigen Körperteils, besonders an den Unterextremitäten, folgen.

Die erste dieser neuen Erscheinungen wurde von Russel erklärt als Folge des Ausfalls der unterstützenden Wirkung, welche jede Kleinhirnseite auf die entgegengesetzte Großhirnhemisphäre ausüben sollte. Dieser Ansicht schließt sich Prof. Luciani an.

Dagegen widerspricht er der Erklärung, welche Russel von der zweiten Erscheinung gibt, nach welcher eine Kontrolwirkung des Kleinhirns auf die reflektorischen Centra im Rückenmark nach der Exstirpation ausfallen soll.

1) Communication faite au Congrès International de Médecine. Rome, Mars-Avril 1894.

Die von Herrn Prof. Luciani festgestellten Thatsachen, dass nach Kleinhirnverletzungen keine deutliche Veränderung weder der allgemeinen noch der spezifischen Empfindlichkeit zu beobachten sei, wurden von Herrn Russel bestätigt.

Diese Untersuchungen wurden von Prof. Luciani wiederholt und deren Resultate mit den von Russel erhaltenen verglichen.

Nach dem Verfasser tritt die Verminderung nicht an der ganzen entgegengesetzten Gehirnoberfläche, sondern nur an einigen Stellen derselben auf, und das stimmt mit seiner Lehre überein, nach welcher die Beziehungen zwischen Großhirn und Kleinhirn hauptsächlich, aber nicht ausschließlich, gekreuzte sind.

Es gibt also auch direkte Bahnen zwischen den gleichseitigen Großhirn- und Kleinhirnhälften.

Ihre Bedeutung wird am besten dadurch bewiesen, dass die Reizbarkeit der Großhirnoberflächen mehrere Monate nach Entfernung einer Kleinhirnhälfte nicht nur wiederkehrt, sondern sogar sehr vergrößert ist, und wahrscheinlich in gleichem Grade an beiden Seiten.

Dies wird auch durch die Entfernung der Hirnrinde auf einer oder auf beiden Seiten nach Exstirpation einer Kleinhirnhälfte bewiesen; im ersten Falle treten nur vergängliche Störungen, im zweiten ein dauernder Verlust der Steh- und Gehfähigkeit auf.

Auch die Erhöhung der tiefen Reflexe der gleichen Körperseite wurde von Luciani beobachtet; aber diese Erscheinung verschwindet nach und nach, wahrscheinlich infolge der Kompensationswirkung, welche von den direkten Cerebro-Cerebellarbahnen abhängig ist. Eine solche Reflexerhöhung ist auch in den gewöhnlichen Paraplegien zu sehen und wurde von Strümpell erklärt als Folge nicht der absteigenden Entartung der Pyramidenbahnen, sondern des Fortfalls von gewissen hemmenden Reflexreizungen, welche wegen der apoplektischen Verletzung zu Stande kommt.

Aber während diese Erscheinungen infolge der Gehirnapoplexie nicht verschwinden, geschieht das bei Tieren, deren eine Kleinhirnhälfte herausgenommen wurde, infolge der obengenannten direkten Kompensationswirkung.

Daraus folgt ein entschiedener Unterschied zwischen den Folgen der Großhirn- und der Kleinhirnverletzungen, indem die erste paralytisch oder paretisch, die zweiten asthenisch, atonisch und astatisch sind, leichter oder schwerer je nach der Verletzungswichtigkeit.

Diese strenge Nomenklatur hält der Verf. für nötig um Täuschungen zu vermeiden; in eine solche ist nach seiner Meinung Herr Russel verfallen, indem er die von ihm beobachteten Erscheinungen Koordinationsstörungen nannte. **Treves** (Erlangen).

R. v. Lendenfeld's Kritik der Gemmarienlehre.

Von **Wilhelm Haacke.**

In Nr. 11 Bd. XIV dieser Zeitschrift (vom 1. Juni 1894) hat Herr R. v. Lendenfeld eine Kritik meiner Gemmarienlehre veröffentlicht, die mich zu einigen notgedrungenen Berichtigungen veranlasst.

1) Ueber die in meinem Werke „Die Schöpfung der Tierwelt" (Leipzig, 1893) enthaltenen Thatsachen sagt Herr v. Lendenfeld: „Diese Thatsachen sind derart gruppiert, zum Theil scharf hervorgehoben, zum Teil ins Dunkel zurückgeschoben, dass sie auf den Leser den Eindruck machen, als ob sie in ihrer Gesamtheit nichts andres wären als ein Beweis für die Richtigkeit von Haacke's Anschauungen über Umbildung und Vererbung". Beweise für seine Behauptung beizubringen, hat Herr v. Lendenfeld unterlassen. Es sei mir daher gestattet, hier zu betonen, dass das Gegenteil von dem, was Herr v. Lendenfeld behauptet hat, der Wahrheit entspricht. Vor und während der Redaktion meines Manuskriptes bin ich mehr als einmal erstaunt darüber gewesen, mit welcher Leichtigkeit und in wie weiter Ausdehnung meine Theorie auch solchen Thatsachen der Zoologie gerecht wird, zu deren Erklärung die Gemmarienlehre nicht ersonnen war. Ich habe deshalb geflissentlich, wo ich nur Gelegenheit dazu hatte, die Schwierigkeiten, die der von mir vertretenen Lehre von der Vererbung erworbener Eigenschaften entgegenstehen, geschildert. Wenn in meinem Werke Thatsachen scharf hervorgehoben sind, so sind es grade die, die meiner Erklärungsweise Schwierigkeiten bereiten: Auf Seite 93 heißt es am Schluss eines Erklärungsversuches der Entstehung von Gehörorganen: „Trotz allem Vorgebrachten sind wir aber weit entfernt davon, die Ursachen der Entwickelung von Hörwerkzeugen ergründet zu haben, und müssen uns deshalb mit obigen Betrachtungen bescheiden". Auf derselben Seite steht ferner: „Fast noch schwerer als die Entstehung der Hörorgane ist die der Augen zu begreifen". Auf S. 119 findet sich der Satz: „Es ist schwer, sich die Entstehung der vollkommenen Flieger, wie es manche Vögel und Kerbtiere sind, durch den Gebrauch der Organe vorzustellen", und der weitere: „Noch schwerer zu begreifen als die Entstehung selbstthätiger Flugorgane ist aber diejenige solcher Vorrichtungen zur Nutzbarmachung der Luft, bei welchen das Organ nicht in Thätigkeit tritt, sondern nur den Wind auf sich wirken lässt, oder auch nur durch die geringe Schwere der in ihm enthaltenen Luft zur Geltung kommt. Die Segeleinrichtung der Segelqualle, die mit Luft gefüllten, der Bewegung dienenden Blasen der Fische und Röhrenquallen, die hohlen und deshalb leichteren Knochen der Vögel, alle diese Einrichtungen sind schwer zu verstehen und können möglicherweise nur durch das Ueberleben

des Bestgegliederten und des Bestgerüsteten im Verdrängungskampf der verschiedenen Rassen erklärt werden". Auf Seite 122 habe ich nach v. Lendenfeld einen Leuchtkörper von *Astronesthes niger* und die schematische Darstellung seiner Wirkungsweise sehr genau abbilden lassen, und dazu habe ich auf S. 123 bemerkt: „Schwierig zu erklären sind die Leuchtorgane, die das Dunkel bei manchen Tieren hervorgerufen hat. Dass viele Tiere an einzelnen Körperstellen oder mit dem ganzen Leibe leuchten, ist aus chemischen Vorgängen begreiflich; aber einige das Dunkel liebende Fische scheinen förmliche Laternen mit Linsen und Hohlspiegeln zu besitzen (s. Abbildung S. 122), und wie sich diese durch den Gebrauch gebildet haben können, ist nicht leicht zu verstehen". Auf S. 135 heißt es: „— — solche schützende Aehnlichkeiten, wie es die Durchsichtigkeit der Glastiere und die doppelte oder dreifache Aehnlichkeit der Raupe des Buchenspinners sind, lassen sich nicht durch den Gebrauch der Organe erklären. In diesen Fällen müssen wir annehmen, dass es die Rassenzuchtwahl war, welche die schützende Aehnlichkeit allmählich vervollkommnete". Auf S. 331 liest man über die geflügelten Insekten, die ich zur Unterklasse der Flügelkerfe vereinigt habe: „Die Entstehung der Tiere dieser Unterklasse, bei denen sich zum Fliegen taugliche Rückengliedmaßen entwickelt haben, ist schwer zu begreifen". „— — es ist bis jetzt noch keine befriedigende Erklärung dafür gefunden worden". „Wenn sich infolge irgend welcher Wachstumsverschiebungen, zu welchen Gefügezuchtwahl den Anlass gegeben haben mag, Körperausstülpungen gebildet hatten, so mochten diese bei den Männchen lebhafter bewegt werden als bei den Weibchen, sich dadurch vergrößern und so endlich in den Dienst des Fliegens treten. Freilich können wir uns außerordentlich schwer vorstellen, wie solches geschehen konnte — —". Auf S. 401 steht: „Als das bezeichnendste Merkmal der Vögel betrachtet man das Federkleid, und dieses dürfte aus der Hautbeschuppung kriechtierartiger Vorfahren hervorgegangen sein; welche Vorgänge aber zur Umbildung der Schuppen zu Federn geführt haben, ist unbekannt. Man kann darüber nur Vermutungen aussprechen — —".

Durch diese und andere Stellen habe ich absichtlich die Schwierigkeiten, die meiner Auffassung der organischen Welt entgegenstehen, hervorgehoben, sie aus dem Dunkel herausgeholt. Wenn nun trotz alledem die in meinem Buche vorgebrachten Thatsachen für die Richtigkeit meiner Anschauungen über Umbildung und Vererbung sprechen, so ist das die Schuld der Thatsachen und nicht die meinige.

Dass die Thatsachen der Biologie gegen Weismann und für mich sprechen, ist auch die Ansicht anderer Forscher. So sagt Wilser im „Correspondenz-Blatt der Deutschen anthropologischen Gesellschaft", Nr. 3, 1894, S. 19: „Für Männer die mit Erfahrungsthat-

sachen zu rechnen gewöhnt sind, ist es hocherfreulich, dass nach der neuen, von Haacke aufgestellten Vererbungstheorie erworbene Eigenschaften sich vererben, ‚müssen'". Derselbe Forscher sagt nach einem Bericht, der mir über einen von ihm am 9. März 1894 in Karlsruhe gehaltenen Vortrag vorliegt (Badische Landeszeitung, 1894, Nr. 72) über meine Lehre: „Die Theorie hat sehr viel Ansprechendes und erklärt gut alle Erscheinungen des Lebens", und ferner: „Die Männer der praktischen Anwendung der Wissenschaft, Aerzte und Züchter, finden bei Haacke reiche Belehrung, Erklärung der Erfahrungsthatsachen und wertvolle Winke, während ihnen Weismann nichts zu bieten vermochte. Die allerfeinsten Vorgänge bei der Vererbung, die sich unseren Sinnen entziehen, werden wohl immer ‚Theorie' bleiben müssen. Jedenfalls aber verdient eine solche Theorie den Vorzug, die uns das Verständnis der Natur erleichtert".

2) Herr v. Lendenfeld sagt in seinem Artikel: „Dem Leser wird es bald klar, dass nach Haacke diese Mischung (nämlich die Mischung der Kernsubstanzen H.) nur deshalb keine Bedeutung hat, weil gerade Weismann es ist, der eine solche besonders betont".

Wenn ich sagen wollte, dass meine Vererbungstheorie nur deshalb Herrn v. Lendenfeld's Widerspruch hervorgerufen hätte, weil Herr v. Lendenfeld sich schon vor Jahren in verschiedenen Publikationen stark zu Gunsten der Weismann'schen Ansicht über die Bedeutung der geschlechtlichen Fortpflanzung engagiert habe, so würde ich ebenso handeln wie Herr v. Lendenfeld es hier gethan hat. Ich verzichte darauf. Wenn ich der Mischung der Kernsubstanzen eine andere Bedeutung zuschreibe als Weismann, so hat dies lediglich seinen Grund darin, dass mir tausende von Thatsachen, die ich selbst durch jahrelange Züchtungsexperimente ans Licht gezogen habe, zur Begründung meiner Auffassung zur Verfügung stehen. Ich habe in meinem Werke „Gestaltung und Vererbung" Weismann oft genug Recht gegeben, so de Vries gegenüber; wie also war es möglich, dass Herr v. Lendenfeld behaupten konnte, für mich hätte etwas deshalb keine Bedeutung, „weil gerade Weismann es ist, der eine solche besonders betont"?

Durch das Obige habe ich mich gegen ein Verhalten der Kritik des Herrn v. Lendenfeld gewendet, von dem ich wohl zum mindesten sagen darf, dass es nicht den üblichen Anschauungen über die Pflichten der wissenschaftlichen Kritik entspricht. Ich komme nunmehr zu einigen Behauptungen Herrn v. Lendenfeld's, denen zufolge ich gerade das Gegenteil von dem, was in meinem Buche „Gestaltung und Vererbung" entwickelt ist, ausgesprochen haben soll.

3) Herr v. Lendenfeld sagt, dass ich auf dem Fundament der Gemmarienlehre den stolzen Bau meiner „Evolutionstheorie" errichtet hätte. Mit Staunen frage ich: Wie kommt Herr v. Lenden-

feld zu dieser Behauptung? Mein ganzes Buch ist von A—Z der Bekämpfung der „Evolutionstheorie“ gewidmet; schon auf den ersten drei Zeilen des Vorworts habe ich auf diesen Umstand aufmerksam gemacht. Ich bin kein Evolutionist sondern ein so ausgesprochener Epigenetiker, dass ich selbst die Vererbungstheorie von Oscar Hertwig, den Roux einen „reinen“ Epigenetiker nennt, als eine evolutionistische bezeichnet habe. Für die v. Lendenfeld'sche Behauptung, dass ich den Bau einer „Evolutionstheorie“ errichtet hätte, fehlt mir deshalb jegliche Erklärung, es sei denn, dass Herr v. Lendenfeld den Unterschied zwischen „Evolution“ und „Epigenesis“, der in den letzten Jahren so vielfach diskutiert worden ist, nicht kennt. Aber das wäre eine Annahme, die ich unmöglich machen kann, denn ich muss doch voraussetzen, dass der Kritiker meiner Gemmarienlehre mein Werk „Gestaltung und Vererbung“, das der Aufstellung dieser Lehre gewidmet ist, gelesen hat. Führt er es doch auch an! Wenn Herr v. Lendenfeld mein Buch aber gelesen hat, dann bleibt mir seine Behauptung, ich hätte eine „Evolutionstheorie“ aufgestellt, völlig unerklärlich. Ich habe deshalb den betreffenden Satz wiederholt gelesen; allein es steht wirklich auf Seite 414 des „Biolog. Centralblattes“ vom 1. Juni 1894: Haacke „errichtet nun auf dem Fundament der Gemmarienlehre den stolzen Bau seiner Evolutionstheorie[1])“. Ich bitte Zeile 6 von unten zu vergleichen.

4) Mein Staunen wuchs, als ich zwei Zeilen später folgenden Passus las: „Erstens weist Haacke dem Zellkern eine viel bescheidenere Stellung im Haushalt[1]) der Zelle an, als ihm bisher zugeschrieben wurde“.

Wiederum zerbreche ich mir den Kopf vergeblich, wie diese Behauptung möglich war. In „Gestaltung und Vererbung“ habe ich grade der Stellung, die der Zellkern im Haushalte der Zelle einnimmt, eine viele größere Bedeutung zugeschrieben, als es die meisten Naturforscher heute thun. Auf S. 137 sage ich, es sei „sicher, dass dem Kern eine große Bedeutung als Organ des Stoffwechsels zukommt. Das ist durch viele Untersuchungen, in letzter Zeit namentlich durch die bedeutenden Arbeiten Verworn's, unzweifelhaft dargethan“. Was ist nun aber der „Stoffwechsel“ der Zelle anders als der „Haushalt“ der Zelle? Wie kommt Herr v. Lendenfeld zu seiner Behauptung? Auf S. 138 von „Gestaltung und Vererbung“ heißt es: „Aber ebenso wichtig wie das Centrosoma für den morphologischen Aufbau des Körpers, ist der Kern für den chemischen“. „Der Kern ist mithin allerdings der Träger sehr wichtiger erblicher Eigenschaften“. „Wenn man aber, wie es ja eigentlich geschehen muss, den Chemismus des Organismus als ebenso wichtig betrachtet, wie

1) Die Sperrung des Druckes ist von mir. H.

seine Gestaltungsvorgänge, obwohl diese allein bis jetzt Gegenstand der Vererbungstheorie gewesen sind, so gelangt man zu dem von Verworn aufgestellten Satz, dass dasjenige, was vererbt wird, der Stoffwechsel zwischen Kern und Plasma sei". Auf die Eigenschaften des Zellkerns und die Wechselwirkung zwischen Zellkern und Zellleib habe ich in Anlehnung an Hatschek und Verworn eine Erklärung des Wesens der Assimilation begründet, und auf die Eigenschaften des Zellkerns habe ich eine große Reihe von Eigentümlichkeiten, die ich bei meinen Züchtungsversuchen beobachtet habe, zurückzuführen gesucht. Wie kommt nun Herr v. Lendenfeld dazu, den Satz niederzuschreiben: „Man möchte glauben, wenn man Haacke liest, der Kern wäre ein ganz unwesentliches, accessorisches Gebilde" — eine Behauptung, die ganz und gar nicht den von mir vorgetragenen Anschauungen entspricht. „Wie es scheint", sagt Herr v. Lendenfeld, „hat Haacke gar nicht daran gedacht, dass vom Spermatozoon bei der Befruchtung bloß der Kern mit nur wenig oder gar keinem Plasma in die Eizelle eindringt". Daran habe ich allerdings nicht gedacht! Denn dass wenig oder gar nichts von dem, was ich Plasma nenne, bei der Befruchtung in die Eizelle eindringt, ist eine Thatsache, die ich erst durch Herrn v. Lendenfeld's Kritik meiner Gemmarienlehre erfahren habe. Wo ist diese Thatsache beschrieben? Ich habe bisher geglaubt, dass außer dem Kern auch das Centrosoma durch das Spermatozoon übertragen wird, und wer mein Werk über „Gestaltung und Vererbung" und meine „Schöpfung der Tierwelt" gelesen hat, der weiß, dass ich grade das Centrosoma für dasjenige Gebilde in der Zelle halte, in welchem das Plasma am reinsten enthalten ist. Es soll mich aber gewiss interessieren, zu erfahren, dass der Nachweis dafür, dass das Centrosoma des Spermatozoon nicht in die Eizelle eindringt, geführt worden ist.

5) Herr v. Lendenfeld sagt: „Die Beiseitesetzung der Wichtigkeit der Kernsubstanzmischung für die Befruchtung ist auch etwas, worin gewiss Niemand Haacke zustimmen wird". Man vergleiche diese Behauptung mit S. 245 von „Gestaltung und Vererbung"! Es heißt dort: „Es ist also nicht die Inzucht an sich schädlich, sondern die Verbindung identischer Plasmen und Kernstoffe[1]), weil jede individuelle Plasmen- und Kernstoffart[1]) etwas von der die beste Konstitution bedingenden Norm abweicht, weil diese Norm erst wieder durch Verbindung mit einer andern Plasmenart hergestellt wird. Dadurch zeigt sich klar, weshalb nicht Inzucht an und für sich, sondern erst fortgesetzte Inzucht schädlich wird. Wenn wir Generationen hindurch immer Geschwister mit einander paaren, so wird dadurch die Wahrscheinlichkeit, dass wir identische Plasmen und Kernstoffe[1])

1) Die hier gesperrten Worte sind im Original nicht gesperrt. H.

zusammenbringen eine immer größere. Die Folgen der Inzucht müssen deshalb von Generation zu Generation mehr hervortreten. Es zeigt sich also auch hier unsere Gemmarienlehre in Verbindung mit den von uns gewonnenen Züchtungsresultaten im schönsten Einklange mit dem, was die Tierzüchter schon längst festgestellt haben. Dagegen ist es aus der Weismann'schen Lehre durchaus nicht ersichtlich, weshalb Inzucht so schnell zur Degeneration führen muss; denn soviel ist doch wohl klar, dass die ursprüngliche Verbindung von zwei verschiedenen Plasmen und von zwei Kernstoffen[1]) bei fortgesetzter Inzucht viel leichter wieder dieselben individuellen Plasmen und Kernstoffe[1]) in eine befruchtete Eizelle zusammenbringen muss, als es bei der Weismann'schen Annahme möglich sein kann". Die hier zitierten Sätze sind dem Kapitel über „Mischung und Rückschlag" entnommen. Ich habe in diesem Kapitel ausführlich die außerordentlich hohe Bedeutung besprochen, die meiner Ansicht nach die Mischung verschiedener Plasmen und Kernstoffe hat. Diese muss, wie ich nachgewiesen habe, eine starke individuelle Variation verhindern, sie dient zur Befestigung der Konstitution und ist deshalb von einer kaum hoch genug anzuschlagenden Wichtigkeit. Wie kommt, frage ich abermals, Herr v. Lendenfeld zu seiner Behauptung, dass ich die Wichtigkeit der Kernsubstanzmischung beiseite setze?

6) Hatte ich schon mit wachsendem Erstaunen die Behauptung gelesen, dass ich „dem Zellkern eine viele bescheidenere Stellung im Haushalt der Zelle" anwiese, „als ihm bisher zugeschrieben wurde", so wuchs mein Erstaunen noch um ein Beträchtliches, als ich die eine Zeile weiter vorgebrachte Behauptung Herrn v. Lendenfeld's las, dass ich „durchweg mit der Vererbung individuell[2]) erworbener Eigenschaften" arbeitete.

Ich habe mir große Mühe gegeben, in „Gestaltung und Vererbung" die Anschauung, dass individuelle Eigenschaften vererbt werden, zu bekämpfen. Die individuellen Unterschiede spielen nach meiner Ansicht allerdings inbezug auf die Konstitutionsfestigkeit der Organismen eine Rolle, aber darüber sage ich auf S. 126 ausdrücklich: „Da eine Tier- oder Pflanzenart ihr Plasmagefüge immer ins Gleichgewicht mit den Bedingungen, unter welchen sie lebt, setzen muss, so ist schon hierdurch eine große Uebereinstimmung der Individuen gegeben. Sie werden sich auf einem Gebiete, wo Kreuzung nach allen Seiten möglich ist, nur wenig von einander unterscheiden, denn wenn auch sehr viele verschiedene Gemmarien inbezug auf ihre Festigkeit gegenüber äußeren Einflüssen gleich gut beschaffen sind, so wird doch durch die Mischung der Individuen[1]) das Gefüge in seinem wesentlichen Bau ausgeglichen[1]) werden". Die individuellen Unterschiede

1) Die gesperrt gedruckten Worte sind im Original nicht gesperrt. H.

2) Der gesperrte Druck ist von mir. H.

haben demnach für mich nur insofern Bedeutung, als sie sich infolge der Befruchtung ausgleichen. Wie nun ist es möglich, dass Herr v. Lendenfeld von mir behaupten kann, ich arbeitete durchweg mit der Vererbung „individuell" erworbener Eigenschaften? Nicht nur nicht „durchweg" habe ich mit diesen gearbeitet, sondern auch nicht ein einziges Mal!

7) Inbezug auf meine Stellung zu der Frage nach der Vererbung erworbener Eigenschaften hat Herr v. Lendenfeld folgenden Passus, den ich leider wörtlich anführen muss, niedergeschrieben: „Im Inhaltsverzeichnis zur ‚Gestaltung und Vererbung' heißt es auf Seite 5: ‚Zusammenfassung. Beweise für die Vererbung erworbener Eigenschaften . . . 104'. Schlägt man nun S. 104 auf und liest das Kapitel bis zum Schlusse (S. 111) durch, so wird man darin nicht nur gar keinen Beweis irgend eines Falles einer vererbten erworbenen Eigenschaft finden, sondern auch vergebens nach dem Versuch eines solchen Beweises suchen. Da heißt es (S. 107): ‚Diese Thatsachen sind so zahlrich wie der Sand am Meer' und doch wird uns kein einziges solches Sandkorn beschrieben. Weiter (S. 109) lesen wir: ‚Diejenigen, welche die Vererbung erworbener Eigenschaften leugnen, begehen, indem sie die Natur den einseitigen Anschauungen, zu welchen sie gelangt sind, entsprechend umwandeln, einen zwar verzeihlichen Denkfehler, der aber dennoch nicht unenthüllt bleiben darf'. Ich muss gestehen, dass mir der ‚Denkfehler' wo anders zu liegen scheint".

Ich bitte diejenigen, die mein Werk „Gestaltung und Vererbung" noch nicht gelesen haben, es aber kennen lernen möchten, nicht nach dem ihnen im obigen Passus durch Herrn v. Lendenfeld gegebenen Beispiel zu handeln. Ich für meine Person pflege Werke, die ich kennen zu lernen wünsche, und die ich, falls ich die darin enthaltenen Anschauungen kritisieren will, genau kennen lernen muss, in der Weise zu lesen, dass ich das Buch von Anfang bis zu Ende durchstudiere. Ich stöbere nicht im Inhaltsverzeichnisse herum und schlage dann Kapitel auf, die mir gerade auffallen. Ich pflege auch in anderer Weise als Herr v. Lendenfeld zu zitieren. Durch die Eigentümlichkeiten des eben zitierten Passus bin ich genötigt, denjenigen Teil meines Werkes, dem die in diesem Passus durch Herrn v. Lendenfeld zitierten Sätze entnommen sind, hier abdrucken zu lassen, damit diejenigen Leser, die nicht mein Werk, aber diese Entgegnung lesen und Herrn v. Lendenfeld's Kritik gelesen haben, in einer solchen Weise über meine Stellung zur Frage nach der Vererbung erworbener Eigenschaften und die Beweise für eine solche Vererbung orientiert werden, wie ich es meiner thatsächlichen Stellungnahme entsprechend erachte. „Wir haben", heißt es auf S. 107, „also in bündiger Weise nachgewiesen, dass allein die Theorie der Epigenesis eine wissenschaftliche Erklärung der Gestaltung und Vererbung zu-

lässt. Sie hat aber die Vererbung erworbener Eigenschaften zur notwendigen Voraussetzung; die unerlässliche Vorbedingung ihrer Herrschaft besteht in der Anerkennung der Thatsachen, welche die Wissenschaft in Bezug auf die Vererbung erworbener Eigenschaften beigebracht hat. Diese Thatsachen sind so zahlreich wie der Sand am Meer. Wo wir irgend ein kleines selbstthätiges Organ, ein Organ das durch seine aktiven Leistungen Bedeutung für den Organismus hat, antreffen, haben wir es mit einer Erwerbung zu thun, die durch Vererbung im Laufe der Generationen befestigt und durch fortgesetzten Gebrauch erhalten und vervollkommnet worden ist. Die Eigenschaften, die wir, wenn wir die Weismann'sche Begriffsbestimmung annehmen, nicht als erworbene betrachten dürfen, sind, verglichen mit den erworbenen, außerordentlich gering an Anzahl, und die allergrößte Mehrzahl von ihnen bezieht sich nur auf Eigenschaften wie die Färbung und andere nicht direkt bedeutungsvolle Einrichtungen, die es ja überall auch in der anorganischen Natur gibt. Was den Organismus zum Organismus macht, ist der Besitz erworbener Eigenschaften. Derjenige ist also sicher im Irrtum, der da glaubt, dass man nach Beweisen für die Vererbung erworbener Eigenschaften suchen müsste. Wer nicht durch unzulängliche Vererbungstheorien an dem freien Gebrauch seiner gesunden Sinnesorgane und seines korrekt arbeitenden Gehirns gehindert ist, der braucht nur irgend ein Tier oder eine Pflanze zu betrachten, um sich davon zu überzeugen, dass die Organismen der Hauptsache nach Eigenschaften besitzen, die ihre Vorfahren durch die Thätigkeit ihrer Organe erworben haben. Ich weiß aber wohl, dass manche Naturforscher fragen werden, wo der ‚experimentelle' Beweis für diese ‚Behauptung' sei. Meine Antwort ist die, dass die gesamte Organismenwelt das Ergebnis eines großartigen Vererbungsexperimentes ist, das die Natur angestellt hat. Von der Natur zu verlangen, dass sie ihre Züchtungsexperimente so einrichte, dass sie ohne weiteres von grübelnden Laboratoriumsgelehrten nachgemacht werden können, scheint mir über die Grenzen berechtigter Forderungen hinauszugehen". Ich habe dann gezeigt, und des weiteren dargethan, dass nach der Theorie, die ich vertrete, die vererbten Folgen des Gebrauchs und Nichtsgebrauchs sich erst in langen Zeiträumen so häufen können, dass sie sichtbar werden, und ferner, welch unsichere Resultate Experimente über die Vererbung erworbener Eigenschaften liefern müssen, und fuhr auf S. 109 fort: „Mir ist der Gedanke, meine Züchtungsversuche mit Mäusen auch auf die Vererbung der Folgen von Verstümmelungen auszudehnen, gar nicht in den Sinn gekommen, obwohl solches leicht hätte geschehen können, da ich ohnehin die Mäuse halten musste. Meine Mäuse behielten ihre Schwänze, und trotzdem wurden merkwürdig viele geboren, die nur $^2/_3$ oder $^1/_2$ der normalen Schwanzlänge ihrer Eltern besaßen. Das zeigt, wie unsicher Züch-

tungsversuche über die Vererbung erworbener Eigenschaften sein müssen, wenn man sie nicht von der Natur selbst anstellen lässt, und wenn man der Natur nicht erlaubt, ihren eigenen Gesetzen zu folgen, sondern wenn man sie zwingen will, sich Vorschriften von den Präformisten machen zu lassen. Diejenigen, welche die Vererbung erworbener Eigenschaften leugnen, begehen, indem sie die Natur den einseitigen Anschauungen, zu welchen sie gelangt sind, entsprechend umwandeln, einen zwar verzeihlichen Denkfehler, der aber dennoch nicht unenthüllt bleiben darf. Wenn man verlangt, dass die Wirkung des Gebrauchs und Nichtgebrauchs der Organe schon nach ein paar Generationen sichtbar werden sollen, so vergisst man, dass die Natur viele Jahrmillionen dazu gebraucht hat, um Unterschiede hervorzubringen, die unserem blöden Auge sichtbar sind".

Die Quintessenz meiner Ausführungen ist also die, dass demjenigen nicht geholfen werden kann, der seine Augen geflissentlich vor den Millionen und aber Millionen Thatsachen, die die sich selbst überlassene Natur uns bietet, verschließt, und deshalb die Thatsachen, zahlreich wie der Sand am Meer, übersieht, die die Vererbungsexperimente der sich selbst überlassenen Natur zum Beweise der Vererbung erworbener Eigenschaften beigebracht haben. Ein Urteil über die Art und Weise, wie Herr v. Lendenfeld meine Anschauungen in der vorliegenden Frage dargestellt hat, überlasse ich gern dem Leser.

Beiläufig darf ich hier wohl an die Leugner der Vererbung erworbener Eigenschaften die Frage richten, ob jemals zu irgend einer Zeit irgend ein Mensch irgend einen Beweis für die Behauptung beigebracht hat, dass erworbene Eigenschaften sich nicht vererben können. Wenn jemand diese Frage beantworten kann, so möge er es im Interesse der Wissenschaft thun, damit endlich einmal der durch Weismann heraufbeschworene Streit erledigt wird. Ich glaube nicht, dass ein anderer Beweis für die Vererbung erworbener Eigenschaften geliefert werden kann, als ein indirekter. Wenn man zeigen kann, dass die phylogenetische Entwicklung der Organismen nur auf Grund der Annahme der Vererbung erworbener Eigenschaften verständlich ist, dann haben wir eben diese Annahme zu machen, und den Beweis, dass wir ohne die Vererbung erworbener Eigenschaften nicht auskommen können, falls wir nicht zur alten Einschachtelungstheorie zurückkehren wollen, habe ich in meinem Buche „Gestaltung und Vererbung" erbracht. Wer dieses Buch freilich zu studieren sich nicht die Mühe nehmen will, der wird nicht in Erfahrung bringen, dass der indirekte und nach meiner Ansicht einzig mögliche Beweis für die Vererbung erworbener Eigenschaften längst geführt ist. Uebrigens ist der Beweis, den Darwin und seine Anhänger für die Richtigkeit der Darwin'schen Selektionstheorie beigebracht haben, auch nur ein indirekter. Es hat noch kein Mensch gezeigt, dass jemals ein einziges Individuum einer frei

lebenden Organismenart auf Grund geringfügiger individueller Eigenschaften als Sieger aus dem Kampfe ums Dasein hervorgegangen wäre. Dagegen kann man leicht zeigen, dass zu Grunde gegangene Individuen, etwa Seeigel oder Medusen, die an den Strand geworfen sind, keine Eigenschaften haben, die sie von ihren überlebenden Artgenossen unterschieden, und auf die man hinweisen könnte um zu sagen: Wegen dieser Eigenschaft sind die betreffenden Individuen zu Grunde gegangen. Was dem einen recht ist, ist dem andern billig. Wenn die Neudarwinisten unsere Beweise für die Vererbung erworbener Eigenschaften nicht anzuerkennen vermögen, so möchten wir sie gebeten haben, nicht zu verlangen, dass wir ihre Beweise für die Richtigkeit der Darwin'schen Selektionstheorie anerkennen sollen.

8) Nachdem Herr v. Lendenfeld in jenem oben zitierten Passus nachgewiesen zu haben glaubt, dass nicht die Leugner der Vererbung erworbener Eigenschaften, sondern deren Verfechter, und unter diesen besonders ich, einen Denkfehler begangen haben, gibt er zu, „dass die Vererbung erworbener Eigenschaften ja eine ganz schöne Sache wäre, wenn man sich nur vorstellen könnte, wie eine erworbene Eigenschaft auf die Keimzelle übertragen werden könnte".

Ich wundere mich umsomehr, dass Herr v. Lendenfeld sich das nicht vorstellen kann, als er eine zwar nicht ganz korrekte aber sonst recht gute Darstellung von meiner Erklärung der Uebertragung erworbener Eigenschaften gibt. Er fährt nach dieser Darstellung meiner Theorie fort: „Wäre das richtig, so müsste jede erworbene Eigenschaft ohne weiters unverändert und ungeschwächt vererbt werden. Nun sagt aber Haacke (Gestalt und Vererbung S. 108, 109), dass die durch Vererbung erworbener Eigenschaften erzeugten Aenderungen der Tiere ungemein klein sind und erst durch Summierung von gleichartigen Aenderungen bei tausenden von Generationen ein merkliches Ergebnis erzielt würde. Das scheint mir ein Widerspruch zu sein".

Herr v. Lendenfeld musste hier allerdings auf einen vermeintlichen Widerspruch stoßen, denn er lässt mich ja „durchweg mit der Vererbung individuell[1]) erworbener Eigenschaften" arbeiten. Ich arbeite aber nicht mit dergleichen Eigenschaften, sondern nur mit solchen, die von der Gesamtheit einer ganzen Organismenrassen- oder -artschaft gleichzeitig erworben werden. Diese müssen sich, wie sich mit zwingender Notwendigkeit aus der Gemmarienlehre ergiebt, ungeschwächter vererben als solche, die von sehr verschiedenen Individuen, wie wir sie gewöhnlich bei den Kulturorganismen und dem Menschen haben, erworben sind. Aber gänzlich ungeschwächt können sich neue Eigenschaften auch dann nicht vererben, wenn sie gleichzeitig von den unter sich nahezu gleichen Individuen einer wildleben-

1) Von mir gesperrt. H.

den Organismenart erworben sind, weil auch diese niemals absolut gleich sind. Da nun durch die Befruchtung, wie ich gezeigt habe, eine Vermischung der individuellen Eigentümlichkeiten, also nach der Gemmarienlehre eine Verschiebung der gesamten Elemente des monotonen Keimplasmas erfolgen muss, die notwendigerweise auch diejenige Verschiebung, die am Plasma der Keimzellen durch Erwerbung einer neuen Eigenschaft zu Stande gekommen war, modifizieren muss, so können sich erworbene Eigenschaften nicht „ohne weiters unverändert und ungeschwächt" vererben. Das folgt mit absoluter Sicherheit aus den Prämissen der Gemmarienlehre, von denen man jede einzelne berücksichtigen sollte, ehe man dem Wunsch folge gibt, ihrem Urheber etwas vorzuhalten, was ein Widerspruch zu sein „scheint".

9) Es ist nicht zu leugnen, dass die Gemmarienlehre hohe Anforderungen an die stereometrische Phantasie, an das plastische Denken stellt. Aber manche der Vorstellungen, die sie in die Wissenschaft einzuführen sucht, sind keineswegs schwer zu gewinnen. Namentlich diejenigen nicht, welche die Gefügefestigkeit, die Lockerung und die Festigung des Gefüges betreffen. Herr v. Lendenfeld sagt indessen von der Gefügefestigung: „Wie man sich dieselbe aber eigentlich vorstellen soll, ist mir nicht klar geworden".

Obgleich ich nicht glaube, dass sich unter denjenigen Lesern von „Gestaltung und Vererbung", die das Buch gründlich und mit dem Willen studierten, die Gemmarienlehre zu verstehen, viele befinden werden, denen meine Vorstellungen über die Gefügefestigkeit nicht bald geläufig geworden sind, so will ich es mit Rücksicht auf einzelne Leser doch nicht unterlassen, meine Vorstellungen durch einige Vergleiche zu erläutern.

Man denke sich erstens eine Pyramide, errichtet aus lauter gleichen Bausteinen bester Qualität, die sorgfältig aneinander gefügt und durch gleichdicke Schichten von gutbindendem Mörtel, der überall dieselbe Beschaffenheit zeigt, aneinander gekittet sind, und stelle im Geist neben diese Pyramide eine zweite, aus zwar einander gleichen aber aus minderwertigem Material verfertigten Bausteinen, die lotterig angeordnet und durch ungleich dicke Schichten von schlecht bindendem Mörtel, der in den einzelnen Regionen seine Qualitäten wechselt, getrennt sind, und man lege sich dann die Frage vor, welche dieser beiden Pyramiden ein festeres Gefüge hat. Hat man diese Frage beantwortet, so setze man an die Stelle der Pyramiden solche Gemmarien, die ähnliche Unterschiede zeigen wie die Pyramiden.

Man denke sich zweitens einen Stab mit langelliptischem Querschnitt, also ein flaches Gebilde, dessen Querschnitt etwa die Form einer O haben mag, und einen zweiten, mit unsymmetrischem Querschnitt, etwa annähernd von der Form eines P, und man beantworte sich dann die Frage, welcher der beiden Stäbe leichter zu zerbrechen

ist. Dann setze man an die Stelle der Stäbe Gemmarien mit entsprechenden Querschnitten.

Man nehme drittens ein Pack Spielkarten, werfe die einzelnen Kartenblätter ohne Sorgfalt über einander und verfahre mit einem zweiten Pack ebenso. Man blase dann mit einem Blasebalg auf jeden der beiden Haufen und gebe Acht auf die Wirkung des Blasens. Dann ergreife man mit jeder Hand ein Pack Karten, schiebe in jedem Pack die Karten so zurecht, dass sie einigermaßen aber nicht genau über einander liegen, und stoße nunmehr die Kartenpäcke abwechselnd mit den schmalen und mit den breiten Kanten auf einander, beobachte die Wirkung dieser Prozedur auf die Anordnung der Karten in jedem der beiden Päcke, lege dann, ohne die neue Anordnung der Karten zu stören, beide Päcke horizontal auf den Tisch und blase wieder auf jeden unter Beobachtung der hervorgebrachten Wirkung. Nunmehr beantworte man sich die Frage: Ließen sich die Kartenblätter vor oder nach erfolgtem Aufeinanderstoßen der beiden Päcke leichter fortblasen? Hat man sich diese Frage beantwortet, so setze man im Geiste an die Stelle der beiden Kartenpäcke auf einander einwirkende Gemmarien mit gegen einander verschiebbaren Gemmen. — —

Ich bin um so unfähiger, zu begreifen, dass Herr v. Lendenfeld sich die Gefügefestigung nicht vorstellen kann, als unabhängig von mir andere Forscher ebenfalls auf den Begriff der Gefügefestigung gekommen sind. So sagt z. B. H. Buchner in seiner vortrefflichen Abhandlung „Ueber den Einfluss der Neutralsalze auf Serumalexine, Enzyme, Toxalbumine, Blutkörperchen und Milzbrandsporen“ (Archiv für Hygiene, Bd. XVII), es „würde der durch Anwesenheit von Salzen in der Lösung bedingte Austritt von Wasser aus dem Micellarkörper eine erhöhte Festigkeit des Gefüges und eine vermehrte Resistenz[1]) hervorrufen müssen“. Ich verdanke die Kenntnis der zitierten Stelle Herrn Professor Buchner, dem ich auch an dieser Stelle meinen Dank dafür ausspreche, selbst. Was Herrn Buchner zu seiner Mitteilung an mich veranlasst hat, ist wohl nicht schwer zu erraten: Offenbar die Aehnlichkeit der Anschauungen, zu welchen Buchner und ich unabhängig von einander gekommen sind. Ich benütze diese Gelegenheit, um auch den Nichtbakteriologen die Lektüre des Buchner'schen Aufsatzes dringend zu empfehlen.

10) Den Gemmen, aus welchen die Gemmarien zusammengesetzt sind, habe ich die Form einer geraden rhombischen Säule zugeschrieben. Herr v. Lendenfeld sagt darüber: „— das ist eine gänzlich unbegründete Behauptung, an deren Richtigkeit kein Mensch glauben wird“.

Ich gestatte mir angesichts dieses Ausspruchs auf Seite 141 von „Gestaltung und Vererbung“ zu verweisen, wo folgender Passus zu

1) Die Sperrung des Druckes ist von mir. H.

finden ist: „Ich bin darauf verfallen, den Gemmen die Form einer geraden rhombischen Säule zu geben, weil diese mir am besten geeignet erscheint, die Grundformenverhältnisse der Organismen zu erklären. Gründe dafür, dass dies die wirkliche Form ist, habe ich mich sonst nicht aufzufinden bemüht, weil ich nicht hoffen konnte, dass sich aus mikroskopischen Befunden die Gestalt der Gemmen ableiten ließe. Ich ließ mich also von Zweckmäßigkeitsrücksichten leiten, als ich den Gemmen die Form einer geraden rhombischen Säule zuschrieb". Ich habe dann des weiteren versucht, durch die ziemlich konstanten Winkel der Pseudopodien von *Gromia oviformis* die Wahrscheinlichkeit, dass die von mir angenommene Gemmenform auch die reale sei, nachzuweisen; dass indessen diese Form wirklich die reale ist, habe ich niemals behauptet, und keiner wird es freudiger begrüßen als ich, wenn mir gezeigt wird, dass es andere Formen gibt, die die Thatsachen besser erklären, als die Form der rhombischen Säule. Was ich durch meine Gemmarienlehre begründen wollte, ist die Erkenntnis, dass wir Formen nur durch Formen erklären können, dass wir die komplizierten Formen des Organismus auf die einfachen aber nichtsdestoweniger festen Formen seiner Plasmaelemente zurückführen müssen, und mit dem Bestreben, solches zu thun, stehe ich keineswegs allein. Nicht nur Nägeli hat die Notwendigkeit betont, dem Plasma einen festen Bau zuzuschreiben, sondern auch Weismann, zu dessen Schülern sich ja Herr v. Lendenfeld, wie es scheint, rechnet. Ebenso hat Oscar Hertwig eine gesetzmäßige Anordnung seiner Idioblasten im Keimplasma angenommen. Es ist ein Ding der absoluten Unmöglichkeit, geordnete Formenverhältnisse aus einem Chaos zu erklären.

Während nun die übrigen Forscher den Plasmaelementen verschiedene Formen zuschreiben, habe ich den Versuch unternommen, denjenigen Elementen des Zellleibes, die ich allein zum eigentlichen Plasma oder Bildungsstoff rechne, eine und dieselbe Form zu geben, und zwar deshalb, weil ich diese Elemente als kleine Krystalle betrachte, die nur aus einem einzigen chemischen Stoffe bestehen. Ich bin der Ansicht, dass es die Pflicht der Kritiker meines Buches ist, grade auf diesen Umstand nachdrücklichst hinzuweisen. Ich bin der erste, der wirklich den Versuch unternommen hat, die stereometrischen Formverhältnisse der Tiere zu erklären aus der Zusammensetzung des Plasmas aus lauter gleichen Bausteinen. Ich habe damit den allerschwierigsten Teil der Morphologie in Angriff genommen, ein Gebiet, an das sich bisher noch niemand herangetraut hat, und meine Erklärungsversuche stimmen nicht nur aufs beste mit den Thatsachen, sondern ergeben sich auch mit Notwendigkeit aus meinen Prämissen. Wer diese für falsch hält, der hat auch die Pflicht, seine Ansichten zu begründen, falls er sie öffentlich vortragen will.

Ich darf diese Gelegenheit wohl benützen, um auf Modelle hinzuweisen, die ich zur Erläuterung meiner Erklärung der Grundformenverhältnisse habe anfertigen lassen. Diese Modelle sind vom polytechnischen Arbeitsinstitut J. Schroeder, Aktien-Gesellschaft in Darmstadt, nach vorheriger Bestellung zu beziehen. Sie können leider nicht so billig hergestellt werden, wie ich es wohl gewünscht hätte; aber wer meine Erklärung der stereometrischen Grundformen kritisieren will, wird sich kaum der Notwendigkeit entziehen können, sich die Modelle anzusehen. Sie erleichtern sehr wesentlich das Verständnis meiner Theorie, weil sie Dinge plastisch darstellen, die auf der Fläche schwer wiederzugeben sind.

11) „Einen ganz andren und viel besseren (! H.) Eindruck als diese wenig glückliche Gemmarienlehre macht" nach Herrn v. Lendenfeld meine neue Tiergeographie. Allein deren Begründung ist so innig an meine Gemmarienlehre gebunden, dass sie mit dieser steht und fällt. Herrn v. Lendenfeld scheint dieser Umstand entgangen zu sein.

12) Herr v. Lendenfeld versichert, dass er durch meine „Kritik der Weismann'schen Theorie erst recht von der Richtigkeit der Weismann'schen Lehre überzeugt worden" sei. Ich bemerke hierzu, dass ich nicht unter den Anhängern der Weismann'schen Lehre Proselyten zu machen suche. Das wäre ein gänzlich aussichtsloses Unternehmen! Wer gesehen hat, wie überzeugungsvoll die Anhänger Weismann's jede Schwenkung des Meisters mitmachen, und zwar auch dann, wenn diese Schwenkung von der Fortsetzung des eingeschlagenen Weges abführt, der hat keine Hoffnung mehr, Weismann's Anhänger von den Bahnen abzulenken, welche die Persönlichkeit des berühmten Freiburger Zoologen einzuschlagen für richtig hält. Ich werbe meine Anhänger unter denjenigen, die nicht zur Gefolgschaft Weismann's gehören, und dass ich unter diesen Freunde finden werde, davon haben mich die zahlreichen Zuschriften, die ich erhalten habe, überzeugt. Auf alle Fälle überlasse ich es gerne der Zeit, meine Theorie zur Anerkennung zu bringen. Neue Ideen brechen sich nicht so leicht Bahn, und es wäre ein thörichter Wahn, wenn man das Trägheitsmoment, das in den Köpfen der Gelehrten eine ebensogroße Rolle spielt, wie in den Systemen der Planeten, für ein wesenloses Ding halten wollte. Zumal meine Theorie darf sich nicht vermessen, die Anhänger Weismann's beeinflussen zu wollen. Es gibt Leute, die so tief von der Richtigkeit der sich periodisch verjüngenden Weismann'schen Theorien durchdrungen sind, dass sie jede neue Theorie Weismann's von vorherein für richtig halten und ihr sofort nach ihrer Publikation zujubeln, wobei sie gleichzeitig ebenso sorgfältig wie willig die durch die neue Theorie überflüssig gemachte nächstvorhergehende verleugnen. Wie könnte ich wohl diese mit ihrem Urteil

fertigen Anhänger Weismann's durch meine Gemmarientheorie beeinflussen, da diese ein noch nicht abgeschlossenes Urteil zur Voraussetzung hat.

13) Durch Erfahrung gewitzigt, habe ich mich dahin resigniert, dass man auf ungenügende Kritik in nicht seltenen Fällen zu rechnen hat. Eines aber, bilde ich mir ein, darf der Verfasser eines Werkes zum allermindesten von seinem Kritiker verlangen. Die betreffende Forderung ist eine so bescheidene und leicht erfüllbare, und ihre Erfüllung ist von einer so großen Wichtigkeit, dass einem Kritiker wirklich nicht zuviel zugemutet wird, dieser Forderung zu genügen. Ja, man kann beinahe sagen, es ist eine unerlässliche **Pflicht**, die dem Kritiker obliegt, die Pflicht nämlich, den Titel des kritisierten Werkes genau und korrekt anzugeben. Herr v. Lendenfeld hätte von meinem Werke „Gestaltung und Vererbung" auch den Untertitel „Eine Entwickelungsmechanik der Organismen" angeben dürfen. Ich will ihm diese Unterlassung nicht allzu hoch anrechnen. Dagegen habe ich es zu rügen, dass er S. 416 Nr. 11 des laufenden Jahrgangs dieser Zeitschrift, auf der ersten Zeile das betreffende Werk „Gestalt und Vererbung" nennt. Ich würde gern annehmen, dass hier ein Druckfehler vorliegt, wenn Herr v. Lendenfeld mein Werk „Die Schöpfung der Tierwelt" nicht ausschließlich, und zwar im ganzen dreimal, „Die Schöpfung des Tierreichs" genannt hätte. Infolge dessen müssen die Leser des Lendenfeld'schen Artikels, die das Werk nicht kennen, annehmen, dass ich es sei, der diesen Nonsens ersonnen habe. Auf dem Titelblatt meines Werkes steht aber „Die Schöpfung der Tierwelt". „Tierreich" ist ein Gruppenbegriff der Systematik, die „Tierwelt" dagegen ist die Gesamtheit aller Tiere, die gegenwärtig auf der Erde leben und früher auf ihr gelebt haben, und zwar in Abhängigkeit von der sie umgebenden Natur. „Tierreich" und „Tierwelt" sind zwei gänzlich verschiedene Begriffe. Ich will ja nun gern annehmen, dass Herr v. Lendenfeld die Wichtigkeit, dieser strengen Begriffsbestimmung nicht anerkennt. Das überhebt ihn aber kaum der Pflicht, die Titel der Werke, die er kritisiert, korrekt wiederzugeben. Zu seiner Entschuldigung will ich wegen unserer langjährigen persönlichen Freundschaft glauben, dass er die große Wichtigkeit, die dem Titel eines Werkes zukommt, ebensowenig anerkennt, wie die Notwendigkeit der Auseinanderhaltung jener beiden Begriffe. Die Bereitwilligkeit, Herrn v. Lendenfeld zu entschuldigen, gibt mir nun wohl die Berechtigung, ihm einen wohlgemeinten Rat zu erteilen, den Rat nämlich, den Titel des zu kritisierenden Werkes genau abzuschreiben, wenn er nächstens wieder einmal die Rolle des Kritikers übernimmt.

Ich glaube umsomehr zu dieser freundschaftlichen Mahnung berechtigt zu sein, als ich schon früher einmal Veranlassung hatte,

ein Referat des Herrn v. Lendenfeld zu tadeln. In Bd. VIII Nr. 12 dieser Zeitschrift musste ich Gelegenheit nehmen, Herrn v. Lendenfeld's Besprechung meiner Arbeit über „Die Scyphomedusen des St. Vincent Golfes" in nicht weniger als 8 Punkten zu berichtigen.

14) Nach allem vorhergehenden möchte ich denjenigen Lesern der v. Lendenfeld'schen Kritik, die auch den vorliegenden Artikel lesen, nicht den Ratschlag geben, der in dem folgenden Satz Herrn v. Lendenfeld's enthalten ist: „Was nun Haacke's eigene neue Gemmarienlehre betrifft, so wird es nach dem Gesagten wohl genügen, es dem Leser zu überlassen, sich ein Urteil über dieselbe zu bilden".

Ich bin wirklich nicht in der Lage, es dem Leser überlassen zu können, sich nach dem von Herrn v. Lendenfeld Gesagten ein Urteil über meine Gemmarienlehre zu bilden. Ich muss vielmehr betonen, dass ein gerechtes Urteil über diese Lehre abhängig ist von einem gewissenhaften und vielleicht anstrengenden Studium von „Gestaltung und Vererbung", einem Werke, das das Resultat vieljähriger Bestrebungen, in die Geheimnisse der organischen Formen einzudringen, ist. Aus Herrn v. Lendenfeld's Kritik hat der Leser nichts erfahren von der definitiven Widerlegung der Weismann'schen Determinantenlehre und Amphimixistheorie, nichts von den vielen Stellen, wo ich Weismann in unwiederleglicher Weise Widersprüche nachgewiesen habe. Herr v. Lendenfeld hat ihm nichts über das gesagt, was ich unter Epimorphismus und Paramorphismus, unter Orthogenesis und Amphigenesis, unter Korrelation und Autonomie verstehe, nichts von meiner Unterscheidung verschiedener Vererbungsträger, nichts über meine kritischen Erörterungen von der Bedeutung der Eigenschaften, von bedeutungsvollen und indifferenten Eigenschaften, direkt und indirekt benutzten Einrichtungen, erhaltungsmäßigen und nicht erhaltungsmäßigen Eigenschaften, nichts über die Arten der Auslese, über ökonomische Auslese und Rückbildung, über Organauslese und Personenauslese, über konstitutionelle und dotationelle Auslese, Individual- und Rassenselektion, nichts über Mischung und Entmischung, Separation und Kongregation, Amphimixis und Apomixis, nichts über meine Erklärung des Wesens der Assimilation, der Entstehung der Grundformen, der Organe, der Ausrüstung, des Epimorphismus, der geschlechtlichen und der ungeschlechtlichen Fortpflanzung, der Regeneration, der vier Arten von Rückschlagserscheinungen, die ich unterschieden habe, nichts über das, was ich über Generationswechsel und Polymorphismus, über die Vererbung von Verstümmelungen, über die Erklärung der Xenien und der Telegonie, sowie über periodisch erworbene Eigenschaften gesagt habe. Vor allem hat er auch meine Vererbungsversuche, die in meinen Händen ein so gewaltiges Material von Thatsachen angehäuft haben, wie es noch niemals auf dem Wege systematischer Züchtungsversuche von einem Einzelnen zusammen-

gebracht worden ist, vollständig ignoriert. Durch die Ergebnisse dieser Versuche werden die Weismann'schen Theorien der Amphimixis und der Determinanten direkt und für immer widerlegt. Herr von Lendenfeld hat aber seinen Lesern nichts von alledem gesagt. Aus diesem Umstand leite ich die Berechtigung her, an den Schluss dieser notgedrungenen Entgegnung auf eine Kritik, die ich bei aller persönlichen Freundschaft nicht als genügend bezeichnen kann, das folgende Wort des Altmeisters Goethe, das ich zufällig gestern, während ich mich mit Herrn von Lendenfeld zu beschäftigen hatte, auf der Rückseite des für den 4. bezw. 5. Juni 1894 bestimmten Blattes meines Abreisskalenders fand, zu setzen: „Gegner glauben uns zu widerlegen, wenn sie ihre Meinung wiederholen und auf die unsrige nicht achten". Auch ein zweites Wort desselben Altmeisters der Morphologie, das zufällig auf demselben Blatte stand, mag hier Platz finden: „Was man nicht bespricht, bedenkt man nicht recht".

Darmstadt, den 6. Juni 1894.

Die Vererbung erworbener Eigenschaften.

Von **Wilhelm Haacke.**

Die große Wichtigkeit, die einer baldigen Anerkennung der Vererbung erworbener Eigenschaften zukommt, veranlasst mich zu den nachfolgenden Ausführungen, die dazu bestimmt sind, den Sieg derjenigen nach meiner Ansicht allein berechtigten Auffassung der organischen Natur zu beschleunigen, die ohne die Anerkennung der Vererbung erworbener Eigenschaften nicht auskommen kann.

Wer sich mit der „Frage" nach der Vererbung erworbener Eigenschaften beschäftigen will, hat sich zunächst darüber klar zu werden, ob die Keimesentwicklung eine epigenetische oder eine evolutionistische, auf Präformation beruhende ist. Nach der Weismann'schen Vererbungstheorie sind die Organe des späteren Körpers im Keime präformiert. Weismann nimmt an, dass für alle Organe besondere Bestimmungsstücke oder Determinanten im Keime vorhanden sind. Diese sollen in Gebilden enthalten sein, die Weismann Ide nennt, und die sich in größerer Anzahl in der Keimzelle befinden sollen. Jedes Id ist indessen nach Weismann befähigt, den ganzen späteren Organismus hervorzubringen, und zwar dadurch, dass es sich im Verlaufe der keimesgeschichtlichen Entwicklung in die einzelnen Determinanten zerlegt. Hierdurch wird es selbstverständlich aufgebraucht, und da Weismann die Darwin'sche Annahme eines Keimchentransportes von den Körperzellen nach den Keimzellen hin mit Recht verwirft, so muss er auf andere Weise dafür sorgen, dass in den Keimzellen Ide für die nächste

Generation enthalten sind. Er nimmt deshalb an, dass die Ide sich im Anfang der Keimesentwicklung in ihnen gleiche Tochteride teilen, und dass die einen Tochteride bei der Keimesentwicklung aufgebraucht werden, die anderen dagegen in die sich bildenden Keimzellen zu liegen kommen, wodurch diese befähigt werden, sich wieder zu ausgebildeten Organismen zu entwickeln.

Nun ist aber die Teilung der Ide in der Weise, dass aus einem Id zwei vollständige Ide hervorgehen, bei den meisten Organismen unmöglich.

Das Id ist ein Individuum. Wo sich sonst Individuen, etwa einzellige Tiere, oder auch tierische Personen, wie es oft vorkommt, durch Teilung fortpflanzen, ist dies nach Weismann nur deshalb möglich, weil in beiden Teilhälften der betreffenden Individuen Reserveide mit Reservedeterminanten liegen, die beide Teilstücke zu einem vollständigen Individuum ergänzen. So soll bei einer durch einen Querschnitt in zwei Stücke geschnittenen *Hydra* das hintere Stück vermöge der in ihm liegenden Reservedeterminanten ein Vorderende, und das vordere Stück, ebenfalls, weil es Reservedeterminanten besitzt, ein Hinterende regenerieren.

Was ermöglicht aber den Iden, sich in dem Mutteride gleiche Tochteride zu teilen?

In ihnen müssten doch auch Reserveide liegen, bereit, die beiden Teilstücke des Id, dass sich, sei es der Länge, sei es der Quere nach, geteilt hat, zu ganzen Iden zu vervollständigen. — Mit dieser Annahme käme die Weismann'sche Präformationslehre aber auf die alte Einschachtelungstheorie hinaus. Will sie das nicht, dann ist sie unmöglich; denn es lässt sich auf keine erdenkliche Weise zeigen, dass ein kompliziert gebautes Id, das sich geteilt hat, die Möglichkeit besitzt, sich wieder zu ergänzen.

Das Id muss einen bestimmten architektonischen Bau haben, weil es den Formenverhältnissen des Körpers, der sich aus ihm entwickeln soll, entsprechen muss. Ein zweiseitig-symmetrischer Körper z. B. kann nur aus einem Id hervorgehen, an welchem ein Oben und Unten, ein Vorn und Hinten, ein Rechts und Links zu unterscheiden ist. Kein Id mit anderen Symmetrieverhältnissen ist fähig, einen zweiseitig-symmetrischen Körper hervorzubringen. Und dasselbe gilt von unsymmetrischen Körpern, wie wir sie beispielsweise bei Schnecken und Plattfischen finden. — Dass sich ein zweiseitig-symmetrisches oder ein unsymmetrisches Id, das sich in irgend einer durch seinen Körper gehenden Ebene geteilt hat, zu einem vollständigen Id ergänzen könnte, ohne dass in ihm selber wieder Reserveide liegen, ist, wenn man nicht seine Zuflucht zur Epigenesis nehmen will, ein Ding der absoluten Unmöglichkeit. Weismann ist dieser Umstand, der seine Präformationstheorie vernichtet, nicht aufgestoßen. Ich fordere die An-

hänger Weismann's hiermit ausdrücklich auf, mich zu widerlegen. Da man mir aber, sei es auch nur schweigend, zugestehen müssen wird, dass ich Recht habe, so wird damit die Unmöglichkeit der Präformationstheorie endgiltig dargethan sein. Dann kann die Theorie der Vererbung nur eine epigenetische sein.

Die Theorie der Epigenesis nimmt an, dass kein einziges Organ in der Keimzelle vorgebildet ist, sondern dass die Keimzelle aus einem gleichförmigen Stoffgemenge besteht. Wie verhält sich nun diese Annahme zu der Frage, wie die Organismen zu der einen Zweck vortäuschenden Gliederung ihrer Körper gekommen sind?

Versuchen wir es einmal, uns die Entstehung der erhaltungsmäßigen Organisation mit Hilfe des Darwinismus und auf Grund einer epigenetischen Keimesentwicklung zu erklären.

Der Darwinismus nimmt an, dass die Organismen aus irgend einem Grunde variieren. Für eine epigenetische Vererbungstheorie kann das nur heißen, dass das Keimplasma durch diese oder jene Ursachen verändert wird. Da nun aber nach der Epigenesislehre das Keimplasma durchweg denselben Charakter hat, da in ihm keine Organe vorgebildet sind, so müssen sich sämtliche Organe des Körpers, der aus dem Keimplasma entsteht, verändern, sobald sich das Keimplasma ändert, denn alle hängen ja von dem Keimplasma ab. Dass nun alle Organe infolge von irgend welcher Veränderung des Keimplasma in günstiger Richtung variierten, wäre eine ebenso bodenlose Annahme wie die, dass sie sich alle in ungünstiger Richtung veränderten. Beide Annahmen sind ausgeschlossen. Man musste vielmehr annehmen, dass durch eine Veränderung des Keimplasma die einen Organe in günstiger, die anderen in ungünstiger Weise abgeändert werden. Nun aber nimmt der Darwinismus an, dass jedes Individuum einer Organismenart in anderer Weise variiert als die übrigen. Das eine wird nach dieser, das andere nach jener Richtung hin abändern. Bei dem einen werden diese, bei dem anderen jene Organe günstig, die übrigen Organe aber ungünstig beeinflusst werden. Nach Darwin'scher Annahme wählt ferner der Kampf ums Dasein diejenigen Individuen zur Nachzucht aus, die im höchsten Grade den Anforderungen entsprechen, die durch die jeweiligen Verhältnisse der Umgebung gestellt werden. Es wäre nun aber eine völlig willkürliche und durch Nichts zu rechtfertigende Annahme, dass der Kampf ums Dasein Individuen von genau derselben Beschaffenheit auswählte. Die meisten Organismenarten sind durch eine große Anzahl von Einrichtungen, die zur Erhaltung der Art nötig sind, gekennzeichnet. Wenn aber die Variation nur so beschaffen sein kann, dass die einen Organe in günstiger, die anderen in ungünstiger Richtung abändern, dann muss der Kampf ums Dasein so auswählen,

dass das eine Individuum vielleicht auf Grund seiner guten Augen zur Nachzucht bestimmt wird, das andere dagegen, weil es ein gutes Gehör besitzt, während bei dem Ersteren das Gehör, bei dem Letzteren das Gesicht minder gut entwickelt sein kann. Bei einem Individuum wird die Organgruppe a, bei einem Zweiten b, bei einem Dritten c, bei einem 4., 5., 6. werden die Organgruppen d bezw. e und f ausschlaggebend im Kampfe ums Dasein sein. Nun ist es zwar wahrscheinlich, dass mehrere Individuen, bei denen die Gruppe a das Ueberleben ermöglicht, durch den Kampf ums Dasein zur Nachzucht ausgewählt werden; aber für Individuen mit den ausschlaggebenden Organgruppen b, c und d u. s. w. gilt dasselbe, und es ist durchaus unwahrscheinlich, dass diejenigen Individuen, bei denen die Gruppe a ausschlaggebend für das Ueberleben im Kampf ums Dasein ist, sich miteinander paarten. Das gleiche gilt für die Individuen mit der ausschlaggebenden Gruppe b, c, d u. s. w.; höchst wahrscheinlich werden sich Individuen miteinander paaren, bei denen nicht eine und dieselbe Organgruppe den Sieg im Kampfe ums Dasein herbeigeführt hat. Es kann sehr leicht vorkommen, dass ein Individuum mit guten Augen aber minder gutem Gehör sich mit einem solchen mit gutem Gehör, aber minder guten Augen paart. Bei der Nachkommenschaft muss infolge dessen, wenigstens bei allen Organismen, die sich durch geschlechtliche Fortpflanzung vermehren, eine Nivellierung eintreten. Zu einer Züchtung der Organe durch die Darwin'sche Auslese im Kampfe ums Dasein kann es bei epigenetischer Keimesentwicklung überhaupt nicht kommen, wie ich in meinem Buche über „Gestaltung und Vererbung" (Leipzig 1893) eingehend nachgewiesen habe. Der Epigenetiker ist gezwungen, den orthodoxen Darwinismus zu verwerfen.

Eine Auslese durch den Kampf ums Dasein nehme auch ich an; sie ist aber eine wesentlich andere, als diejenige Darwin's. Eine epigenetische Vererbungstheorie und Darwin's Selektionstheorie vertragen sich nicht miteinander.

Alle diejenigen Anhänger der Epigenesislehre, die nicht mehr gewillt sind, an den Darwinismus wie an ein Dogma zu glauben, werden mit der Zeit dahin kommen, mir Recht zu geben. Wenn aber der Darwinismus gefallen ist, dann bleibt nichts Anderes übrig, als eine Vererbung erworbener Eigenschaften anzunehmen, um durch sie die erhaltungsmäßige Organisation der Tiere und Pflanzen zu erklären.

Was versteht man nun unter erworbenen Eigenschaften?

Diese Frage hat mit aller wünschenswerten Schärfe Weismann und Niemand besser als er, beantwortet. Weismann unterscheidet an jedem Individuum einen Personalteil und einen Germinalteil. Den

Personalteil nennt er das Soma. „Erworbene Eigenschaften" sind nach Weismann solche, die an dem Soma infolge von äußeren Einflüssen oder von Gebrauch und Nichtgebrauch neu hervorgebracht werden, also im Soma und nicht in den Keimzellen oder deren Vorläufern entstehen. Weismann nennt solche Eigenschaften somatogene. Blastogene nennt er dagegen die, welche im Germinalteile, im Keimplasma der zukünftigen Generation entstehen, und nicht im Soma. Nur diese sollen sich nach Weismann vererben, nicht aber die somatogenen.

Es ist wohl nicht leicht möglich, dass Jemand präziser seiner Anschauung Ausdruck geben kann, als Weismann es in Bezug auf den Unterschied blastogener und somatogener Eigenschaften und die Vererbbarkeit beider gethan hat. Weismann leugnet die Vererbung somatogener Eigenschaften; andere Naturforscher können ohne die Annahme der Vererbung erworbener Eigenschaften nicht auskommen. Die Alternative ist also die: somatogene Eigenschaften vererben sich — somatogene Eigenschaften vererben sich nicht.

Dass es sich bei der Diskussion über die Möglichkeit oder Unmöglichkeit einer Vererbung somatogener Eigenschaften um einen müssigen Streit handle, ist eine zwar gelegentlich geäußerte, aber nicht zu begründende Behauptung, und speziell Weismann selbst hat sich das große Verdienst erworben, das Objekt des Streites scharf präzisiert zu haben. Der Streit über die Vererbung erworbener Eigenschaften betrifft die Frage, ob somatogene Eigenschaften sich vererben oder nicht. Auf diese Frage kann man nur mit Ja oder mit Nein antworten; ein Drittes gibt es nicht. Wenn wir uns mit dieser Frage beschäftigen wollen, müssen wir uns vor allem über die Begriffe klar sein. Weismann ist sich aber über den von ihm aufgestellten Begriff der somatogenen Eigenschaften völlig klar, und etliche wenigstens seiner Gegner sind es, Dank der scharfen Begriffsbestimmung Weismann's, auch.

Was könnte man, wenn man Weismann's Definition nicht gelten lassen will, etwa sonst noch unter erworbenen Eigenschaften verstehen?

Wenn ich einem schwarzen Pferd an einer bestimmten Stelle der Brust solange das Haar auszupfe, bis anstatt schwarzen Haares an dieser Stelle weißes Haar wächst — eine Prozedur, die gelegentlich vorgenommen werden soll, um einen sogenannten „Stern" zu erzeugen, dann ist dieser Stern, der an einer bestimmten Stelle entstandene weiße Fleck, eine erworbene Eigenschaft, obwohl der Fleck insofern im Bau des Pferdes begründet ist, als die Möglichkeit, dass an irgend einer Stelle des Pferdekörpers, oder, was dasselbe ist, an allen Stellen weiße Flecke durch wiederholtes Ausreißen des Haares hervorgebracht werden können, von vornherein vorhanden war. Dass diese Flecke

an bestimmten Stellen entstehen, ist aber nicht in dem Bau des Pferdes begründet. Der Versuch, erworbene Eigenschaften im Bau des Plasmas begründet sein zu lassen, ist deshalb aussichtslos. Erworbene Eigenschaften sind eben solche, die sich im Laufe des individuellen Lebens nicht heranbilden, wenn nicht eine ganz bestimmte Veranlassung, die dem Organismus bis dahin fremd war, da ist. Und wenn man sagen wollte, dass eine erworbene Eigenschaft in der Anlage vorhanden sein muss, so kann es sich dabei nicht um das handeln, was Weismann und seine Gegner unter einer erworbenen Eigenschaft verstehen. Das ist nur eine solche, die an einer ganz bestimmten Körperstelle infolge einer ganz bestimmten Einwirkung, die auf die betreffende Körperstelle stattfindet, entsteht, und zwar nur deshalb entsteht, weil eben jene bestimmte Einwirkung auf diese bestimmte Körperstelle erfolgt, die aber nicht entsteht, wenn jene Einwirkung auf diese Körperstelle nicht stattfindet, also auch nicht im Keim angelegt gewesen sein kann. Ob eine bestimmte Veränderung, die an einer bestimmten Körperstelle infolge bestimmter Einflüsse bewirkt wird, sich in der Weise vererben kann, dass sie, ohne dass bei den Nachkommen jene Einwirkungen auf diese Körperstelle von Neuem erfolgen, dennoch an derselben Stelle wieder erscheint oder ob sie das nicht kann, um diese Frage dreht es sich bei dem Streit um die Vererbung erworbener Eigenschaften, der zwischen Weismann und seinen Gegnern geführt wird. Und diese Frage kann man nur mit Ja oder mit Nein beantworten.

Nun könnte man allerdings sagen, auch bei erworbenen Eigenschaften müsse die Möglichkeit, dass sie entstehen können, im Keimplasma begründet sein. Das wäre aber eine arge Trivialität. Daran, dass die Möglichkeit der Erwerbung neuer Eigenschaften gegeben sein muss, wenn sich neu erworbene Eigenschaften vererben sollen, hat noch kein Mensch gezweifelt.

Um möglichen Missverständnissen vorzubeugen, will ich hier einmal darlegen, wie ich mir die Entstehung bestimmter Organe, etwa der Zitzen bei den Säugetieren, die bekanntlich bei den Monotremen noch nicht vorhanden sind, denke. Ich denke sie mir folgendermaßen: Die Vorfahren der heutigen Zitzentiere hatten noch keine Zitzen, sondern ihre Milchdrüsen öffneten sich gleich denen der Monotremen auf einer siebförmig durchlöcherten Hautstelle. Diese Hautpartie zogen die Jungen dadurch, dass sie die Haut mit dem saugenden Munde fassten, allmählich zu einer Zitze aus, wie ja auch noch heute die Zitzen durch das Saugen und Melken vergrößert werden. An einer ganz bestimmten Hautstelle entstand also infolge einer ganz bestimmten Einwirkung, nämlich des Saugens, eine warzenförmige Erhebung der Haut, die nicht entstanden wäre, wenn an dieser Stelle nicht gesogen worden wäre, die also im Keime nicht angelegt war,

sondern erst erworben wurde, die allerdings erworben werden konnte, weil sie ja sonst nicht entstanden wäre, die aber nur deshalb erworben wurde, weil eben an jener Stelle gesogen wurde. Diese neu erworbene Zitze bildete sich, nachdem das Säugen aufgehört hatte, wieder zurück, verschwand aber nicht völlig, wurde nach späteren Geburten wieder herausgezogen, und hinterließ endlich eine niedrige, vielleicht kaum wahrnehmbare, aber immerhin vorhandene und bleibende Erhebung der betreffenden Hautstelle. Von dieser, wie gesagt, vielleicht kaum sichtbaren, aber trotzdem aktuell vorhandenen Hauterhebung nehme ich an, dass sie auf die Nachkommen vererbt wurde. Infolge dessen konnte bei diesen eine größere Zitze entstehen, die eine größere bleibende Hautwarze hinterließ. Wenn letztere wieder vererbt wurde, so wurde die Saugwarze durch fortgesetzten Gebrauch und die Vererbung seiner Folgen bis zu derjenigen erblichen Größe herangebildet, in welcher wir sie heute bei den verschiedenen Gruppen der Säugetiere finden. Und diese Größe ist eine recht beträchtliche, wie wir an denjenigen weiblichen Säugetieren sehen, die noch niemals gesäugt haben.

Nach der Ansicht derer, die weder ausgesprochene Darwinisten, noch entschiedene Lamarckianer sein wollen, und deshalb den Streit über die Vererbung erworbener Eigenschaften für müssig halten, müsste sich die Sache aber ganz anders gestalten: Die zitzenlosen Vorfahren der Zitzentiere variierten infolge von Einwirkungen, welche die Keime veränderten. Die einen erhielten dadurch potentielle Zitzen, die andern nicht. Dort, wo potentielle Zitzen vorhanden waren, wurden diese durch das Saugen herausgezogen, und die Jungen, die an diesen erst durch Saugen herangebildeten Zitzen sogen, überlebten, diejenigen aber, bei deren Müttern keine potentiellen Zitzen vorhanden waren, und die deshalb auch keine aktuelle Zitzen aus der Haut ihrer Mütter herausziehen konnten, gingen zu Grunde. Den Müttern konnte es indessen völlig gleichgiltig sein, ob sie Zitzen hatten oder nicht, denn diese betreffen das Wohl der Jungen und nicht das der Mütter. Diejenigen Jungen nun, die von Müttern mit potentiellen Zitzen abstammten, erbten diese, die einen in höherem, die anderen in geringerem Maße; bei einigen aber traten die Zitze infolge günstiger Keimesvariation in verstärktem Maße auf. Die Jungen der Letzteren hatten wieder die größten Aussichten im Kampfe ums Dasein und bestanden ihn, während die übrigen Individuen dieses nicht thaten. Auf diese Weise konnten allmählich immer stärkere potentielle Zitzen herangezüchtet werden. Aber diese konnten sich immer nur erst dann zu aktuellen Zitzen heranbilden, wenn die Jungen an den Stellen, wo die Zitzen zur Ausbildung kommen konnten, auch wirklich sogen. Woher kommt es aber dann, dass die Zitzen schon da sind, lange bevor sie gebraucht werden?

Für solche halbe Gegner Weismann's, die nur potentielle, keine aktuelle, Organe gezüchtet werden lassen, um auf diese Weise Lamarckismus und Darwinismus zu verquicken, ist es unmöglich, diese Frage zu beantworten. Nach Weismann's Anschauungen werden aber nicht bloß potentielle Zitzen, sondern wirkliche Zitzen gezüchtet, und die Entstehung der letzteren würde sich leicht begreifen lassen, falls der Darwinismus und Weismann's Determinantenlehre das Richtige getroffen hätten. Entweder Darwinismus und Determinantenlehre, oder Vererbung erworbener Eigenschaften. Damit der Streit um die letztere nicht versumpfe, ist es nötig, das Objekt des Streites immer wieder klar zu definieren; nur dann kann der Streit endlich einmal zum regelrechten Austrag gebracht werden. Eine Erledigung des Streites wird aber verzögert, wenn man, wie es leider mehrfach vorgekommen ist, unter gänzlicher Verkennung des Streitobjektes zurechtweisend in den Streit einzugreifen sucht.

Durch meine obigen Ausführungen gebe ich indessen nicht zu, dass das Problem überhaupt ein noch zu lösendes sei. Ich selbst habe schon in meinem Werke über „Gestaltung und Vererbung" gezeigt, dass erworbene Eigenschaften sich mit Notwendigkeit vererben müssen, und dieser Nachweis ist nicht einmal schwer zu führen. Dass Weismann und andere ihn nahezu für unmöglich halten, kommt daher, weil sie sich in eine präformistische Vererbungstheorie hineingelebt haben, und bei Weismann kommt dazu die viel zu weit gehende Unterscheidung des Personalteils von dem Germinalteil des Organismus.

Ich habe oben diese Unterscheidung adoptiert, weil es galt, das Objekt des Streites zwischen Weismann und seinen Gegnern klar zu bezeichnen. Indessen ist eine so scharfe Trennung des Personalteils und des Germinalteils, wie Weismann sie vornimmt, unmöglich. Diese Weismann'sche Trennung kommt darauf hinaus, dass der Germinalteil gewissermaßen in dem Personalteil schmarotzt, dass also beide ein voneinander ebenso unabhängiges Leben führen, wie es Parasit und Wirt thun. Eine solche Unabhängigkeit des Germinalteils vom Personalteil besteht aber nicht.

Wenn wir nun auch die Möglichkeit einer derartigen Trennung des Personalteils vom Germinalteil leugnen, so bleiben, wie ich beiläufig bemerken will, meine obigen Ausführungen davon unberührt; denn wir können immer Keimzellen und solche Zellen, die noch soviel Keimplasma enthalten, dass sie neue Individuen hervorbringen können, den anderen Zellen des Körpers gegenüberstellen, die das nicht mehr vermögen. Die Frage nach der Vererbung erworbener Eigenschaften ist dann die, ob Eigentümlichkeiten, die von diesen letzteren Zellen, nicht aber von den Keimplasma enthaltenden Zellen erworben sind, auf diese in der Weise übertragen werden können, dass eine Vererbung

erworbener Eigenschaften stattfinden muss, oder ob sie das nicht können. Wenn ich also die Möglichkeit einer Trennung des Personalteils vom Germinalteil leugne, so bleibt meine Polemik gegen unterrichtete Schlichter des Streites über die Vererbung erworbener Eigenschaften dadurch unangefochten.

Dass eine Trennung zwischen Germinal- und Personalteil, wie sie Weismann annimmt, nicht möglich ist, lehrt eine kurze Ueberlegung. Der Körper eines jeden Organismus bildet ein Gleichgewichtssystem; würde er das nicht thun, so würde er zerfallen; und die Keimzellen sind Glieder in diesem Gleichgewichtssystem. Gleichgewichtssysteme können aber verändert werden, und solches ist bei dem Organismus nicht weniger leicht möglich, als bei anderen Gleichgewichtssystemen, denn der Organismus ist nichts Starres, sondern etwas in sich Bewegliches, und er ist einem fortwährenden Wechsel unterworfen. Kein Teil eines Organismus kann sich verändern, ohne dass alle übrigen sich mitverändern. Man kann sogar so weit gehen, zu behaupten, dass die Störung des Gleichgewichts in einer einzigen Zelle eine Veränderung des Gleichgewichts in allen übrigen nach sich ziehen muss. Es kann unmöglich anders sein, da die Zellen alle direkt oder indirekt durch Brücken mit einander verbunden sind, abgesehen von solchen Zellen, die, wie die Leukocyten, fortwährend im Körper umherwandern. Eine direkte oder indirekte Verbindung der nicht freibeweglichen Zellen im Körper leugnet heute Niemand mehr. Wenn nun irgend eine Zelle eine von Außen veranlasste innere Veränderung erfährt, so müssen die benachbarten Zellen mit denen diese Zelle durch Brücken verbunden ist, mit absoluter Notwendigkeit in Mitleidenschaft gezogen werden. Dadurch muss sich aber die Störung des Gleichgewichts durch den ganzen Körper hindurch fortsetzen, und sei die Störung auch noch so klein. Ehe die Folgen einer solchen Störung sichtbar werden, muss die Störung allerdings beträchtliche Dimensionen annehmen. Dass aber in jedem einzelnen Falle eine Störung des ganzen Gleichgewichtssystems, das der Körper bildet, eintreten muss, sobald eine einzige Zelle in ihrem Gleichgewicht gestört wird, kann der Naturforscher unmöglich leugnen. Da nun die Keimzellen mit den übrigen Zellen des Körpers innig verbunden sind und sehr häufig noch besondere Einrichtungen haben, die eine weitgehende Beeinflussung der Keimzellen seitens der sie umgebenden übrigen Zellen ermöglichen, so muss sich jede Veränderung des Gleichgewichts in irgend einer anderen Zelle auch in den Keimzellen fühlbar machen. Und wenn das ursprüngliche und ererbte Gleichgewicht des Körpers dauernd geändert wird, so muss sich auch die Konstitution der Keimzellen dauernd ändern, und zwar mit absoluter Notwendigkeit. Es hieße aller Wissenschaft Hohn sprechen, wenn man dies leugnen wollte. Diejenigen Neuerwerbungen, die Weismann soma-

togene nennt, müssen sich also auch ohne Weiteres in den Keimzellen fühlbar machen, und umgekehrt müssten blastogene Erwerbungen sofort das Soma in Mitleidenschaft ziehen, wenn es den von den Körperzellen rings umschlossenen und mit ihnen in Verbindung stehenden Keimzellen überhaupt möglich wäre, auf eigene Hand Neuerwerbungen zu machen; das ist aber unmöglich. Diejenigen umgestaltenden Einflüsse, welche die noch in Verbindung mit dem Soma stehenden Keimzellen treffen, können nur durch die Körperzellen zu den Keimzellen gelangen, sie können aber nicht durch die Körperzellen hindurchkommen, ohne diese unberührt zu lassen. Es sind vielmehr Veränderungen der Körperzellen, die den Veränderungen der Keimzellen vorausgehen müssen. Von der umgestaltenden Einwirkung der Umgebung können eben nur diejenigen Zellen zuerst betroffen werden, die unmittelbar mit der Umgebung verkehren, alle übrigen Zellen werden mittelbar durch die Umgebung umgestaltet, und das gilt ganz besonders auch von den Keimzellen. Solange, wie die Keimzellen noch mit den umgebenden übrigen Zellen in Verbindung stehen, können die ersteren sich nicht unabhängig von den letzteren verändern. Alle Veränderungen, welche die Keimzellen während dieser Zeit treffen, müssen somatogene sein.

Das Problem der Vererbung erworbener Eigenschaften löst sich demgemäß in zwei Probleme auf; einmal in das Problem der Umgestaltung des Körpers und sämtlicher in ihm enthaltener Zellen, die Keimzellen selbstverständlich mit eingeschlossen, infolge von Einflüssen der Umgebung oder veränderten Gebrauches der Organe, und zweitens in das Problem der Vererbung. Können wir eine Erklärung für die Umänderung des Gleichgewichts im Körper geben, so brauchen wir nur noch zu zeigen, auf welche Weise sich der entwickelte Organismus aus dem Keimplasma zu bilden vermag, um das Problem der Vererbung erworbener Eigenschaften zu lösen. Denn wenn jede Veränderung des Gleichgewichts sich auch auf die Keimzellen ausdehnt, wenn also dem Gleichgewicht irgend einer Zelle des Körpers ein ganz bestimmtes Gleichgewicht in jeder anderen Zelle des Körpers, natürlich mit Einschluss der Keimzellen, entspricht, und wenn jede Veränderung des Gleichgewichts in irgend einer Körperzelle das Gleichgewicht in jeder anderen Zelle, immer wieder mit Einschluss der Keimzellen, verändern muss, so ist die Vererbung erworbener Eigenschaften ja selbstverständlich. Nicht die Erklärung der Vererbung erworbener Eigenschaften ist es, die besondere Schwierigkeiten macht, sondern die Erklärung der Vererbung überhaupt, der Nachweis, dass gewisse Zellen, die wir Keimzellen nennen, und deren plasmatische Gleichgewichtsverhältnisse im Gleichgewicht mit sämtlichen übrigen Zellen des Körpers, welchem sie angehören, stehen, befähigt

sind, diesen bei weitem größeren Teil des Körpers wieder aus sich hervorgehen zu lassen.

Was aber die erworbenen Eigenschaften anbelangt, so ist der Nachweis, dass sie sich gleich allen übrigen vererben müssen, so leicht zu führen, dass man nicht recht versteht, wie kenntnisreiche und tiefdenkende Naturforscher gerade darin eine besondere Schwierigkeit erblicken können.

„Für Denjenigen, der sich die Größe des Rätsels der angeblichen Uebertragung von Veränderungen des Personalteils auf den Germinalteil vorgestellt hat", sagt unser ausgezeichneter Wilhelm Roux, „ist die von Weismann sorgfältig begründete, und neben ihm auch von Owen, Bütschli, Galton, M. Nussbaum, Jul. Sachs u. a. angebahnte Theorie von der Kontinuität des Keimplasma die Erlösung von einem auf unserem Erkenntnisvermögen lastenden Alp, die Befreiung von zwei der schwierigsten entwicklungsmechanischen Probleme, von Problemen, welche schwerer lösbar erscheinen, als das der Entwicklung des Zweckmäßigen ohne zweckthätiges Wirken. Als nach Erkenntnis strebende Wesen werden wir dringend wünschen, dass sich dieses Fundament von der Theorie der Kontinuität des Keimplasma immer mehr bewahrheiten möge".

Ich muss gestehen, dass mir dieser Ausspruch des bahnbrechenden Begründers der Entwicklungsmechanik um so weniger verständlich ist, als er gerade aus dem Munde von Wilhelm Roux kommt. Die einzige Möglichkeit, ein Verständnis für diesen Ausspruch Roux's zu gewinnen, finde ich in seiner Hinneigung zum Präformismus. Wenn es Vererbung erworbener Eigenschaften gibt, „so müssten", sagt Roux, „die vom Personalteil erworbenen Eigenschaften nicht bloß auf das Keimplasma übertragen, sondern zugleich auch aus dem entwickelten Zustande zurück in den unentwickelten, dem Keimplasma adäquaten Zustand verwandelt, also impliziert oder involviert werden". Diese Schwierigkeit fällt aber für den Epigenetiker fort. Der Präformist oder Evolutionist, welcher annimmt, dass die im Keime angelegten Organe während der Ontogenese expliziert oder evolviert werden, muss allerdings auch annehmen, dass erworbene Eigenschaften in den Keimzellen impliziert oder involviert werden müssen, und wie solches geschehen könnte, wäre freilich ein Rätsel, wie es größer wohl kaum gedacht werden könnte. Aber für den Epigenetiker handelt es sich nicht um Implikation und Explikation, um Involution und Evolution, sondern einfach um die Fragen: „Wie haben wir uns die Entstehung von dauernden Gleichgewichtsveränderungen des Körpers zu denken, und auf welche Weise bildet sich der differenzierte Körper aus dem undifferenzierten Keimplasma".

Was die erstere Frage anlangt, so ist gerade Wilhelm Roux der Forscher, dem das seiner Größe nach kaum zu überschätzende

Verdienst gebührt, durch Aufstellung der Theorie der funktionellen Anpassung die Thore der Erkenntnis geöffnet zu haben. Ich will mich hier aber nicht bei der Erklärung der funktionellen Anpassung aufhalten, da ich es in erster Linie mit der Vererbung zu thun habe. Dass funktionelle Anpassung stattfindet, beweisen die Thatsachen; dass die dadurch bewirkten Gleichgewichtsveränderungen sich mit absoluter Notwendigkeit auch in den Keimzellen äußern müssen, ist gewiss. Somit bleibt nur noch zu erklären, auf welche Weise die Vererbung zu Stande kommt, auf welche Weise aus denjenigen Gleichgewichtsverhältnissen, die bei der Loslösung der Keimzelle aus ihrer Umgebung in der Keimzelle herrschen, die Thatsachen der Vererbung zu erklären sind. Das Problem besteht also in dem Nachweis, auf welche Weise es möglich ist, dass gewisse Zellen, die mit den übrigen Zellen des Körpers im Gleichgewicht stehen, befähigt sind, einen diesem Körper gleichen Körper aus sich hervorzubringen.

So schwer lösbar, wie es Manchem erscheinen mag, ist auch dieses Problem nicht. Genau genommen kommt es auf die Frage hinaus, auf welche Weise Teilstücke des Körpers wieder zum Ganzen werden können. Das Problem der Vererbung ist also identisch mit dem Problem der Regeneration.

Wir werden uns deshalb am leichtesten einem Verständnis der Vererbung nähern, wenn wir die verschiedenen Arten der Regeneration ins Auge fassen, zunächst die kleinerer Defekte, darauf die größerer verloren gegangener Körperteile, weiterhin diejenigen Fälle von Regeneration, in welchen aus verhältnismäßig wenigen Zellen der ganze Organismus des betreffenden Tier- oder Pflanzenindividuums wieder hervorgeht, endlich die, wo der Körper von einer einzigen Zelle regeneriert wird. Diese aber sind kaum zu trennen von denjenigen, wo es sich um die Entstehung des Organismus aus einer befruchteten oder unbefruchteten Eizelle handelt.

Von den Fällen von Regeneration kleiner Defekte wollen wir zunächst einen hypothetischen ins Augen fassen. Es sei eine einzige Zelle im Körper eines Tieres zerstört. Vorausgesetzt, dass dieses Tier an der betreffenden Körperstelle überhaupt die Fähigkeit der Regeneration besitzt, wird an den Platz der zerstörten Zelle eine andere treten. Dies könnte etwa dadurch geschehen, dass sich eine der benachbarten Zellen teilt, und dass von den beiden aus der Teilung dieser Mutterzelle hervorgehenden Zellen die eine den Platz der Mutterzelle behält, die andere dagegen den der zerstörten Zelle einnimmt. Die Regeneration könnte aber auch auf die Weise erfolgen, dass die Lücke die durch die Zerstörung einer Zelle hervorgebracht worden ist, dadurch ausgefüllt wird, dass sich die benachbarten Zellen zur Schließung der Lücke zusammendrängen und so den Platz der zerstörten Zelle besetzen. Dadurch müsste aber in der Nachbarschaft ein anderer Platz

frei werden; zum mindesten müsste das Gefüge des umgebenden Gewebes derartig gelockert werden, dass nunmehr an irgend einer Stelle, wo die Widerstände der benachbarten Zellen besonders gering geworden sind, eine Zellteilung eintritt. Dadurch würde die ursprüngliche Zahl der Zellen dieser Körperstelle wiederhergestellt werden, und es wäre so auch auf diese Weise die durch Zerstörung einer Zelle entstandene Lücke wieder ausgefüllt.

Worum handelt es sich nun in diesem hypothetischen Fall? — Offenbar darum, dass ein Platz, der durch die Organisation des betreffenden Tieres bedingt ist, frei wurde und wieder besetzt wurde, etwa in der Weise, wie ein Dachziegel, der durch einen auffallenden Stein zertrümmert worden ist, dadurch wieder ersetzt wird, dass man einen neuen Dachziegel an seine Stelle bringt. Es handelt sich also hierbei um das Bestehenbleiben der einmal gegebenen Organisation, des den betreffenden Organismus charakterisierenden Bauplans, und die Kontinuität der Organisation ist sowohl dann gewährleistet, wenn eine Zelle dadurch, dass sich eine benachbarte Zelle teilt und den von der verloren gegangenen Zelle eingenommenen Platz durch eine ihrer Tochterzellen ausfüllt, ersetzt wird, als auch in denjenigen Fällen, wo eine Verschiebung der benachbarten Zellen zum Zweck der Ausfüllung des leer gewordenen Platzes nötig wird. Zwar mag in diesem letzteren Fall die Organisation nicht bis in alle Einzelheiten beibehalten werden; aber der Bauplan bleibt im großen und ganzen derselbe.

Der Bauplan wird aber auch in denjenigen Fällen nicht geändert, wo es sich um die Regeneration größerer Defekte handelt, z. B. um die der Schwanzspitze einer Eidechse. Ist bei einer Eidechse der Schwanz verloren gegangen, so wächst an seiner Stelle ein neuer Schwanz heraus, und nimmt deshalb die Stelle des alten ein, weil ihm diese Stelle durch die Organisation, durch den Bauplan des ganzen Tieres vorgeschrieben ist. Zwar wird bei den meisten Eidechsen die Organisation insofern etwas gestört, als ein neuer Schwanz gewöhnlich in seiner Beschuppung mehr oder weniger von dem ursprünglichen Schwanz abweicht. Immerhin aber ist die Kontinuität der Organisation auch hier eine sehr weitgehende, weil eben der Bauplan des übrigen Körpers durch den Verlust des Schwanzes nicht wesentlich verändert wird. Die Regeneration wird also auch in diesem Fall dadurch ermöglicht, dass der Bauplan beibehalten, und dass die Lücke, die in dem Gebäude entstanden ist, wieder ausgefüllt wird. Will man die Vorgänge, die hierbei stattfinden, mit solchen an menschlichen Bauwerken vergleichen, so kann man etwa sagen, dass es sich bei der Regeneration eines Eidechsenschwanzes um einen Fall analog demjenigen handelt, wo etwa die Spitze eines Turmes abgebrochen ist. Will man den Turm nicht ganz und gar umbauen, so muss man sich

bis zu einem beträchtlichen Grade an den ursprünglichen Bauplan halten. Man würde, falls einer der beiden Türme des Kölner Domes etwa seine Spitze verlieren würde, die neue Spitze nicht wesentlich anders gestalten können als die des anderen Turmes; man würde an deren Stelle nicht etwa die Spitze der Cheops-Pyramide setzen können. Wenn man wollte, könnte man ja immerhin untergeordnete Modifikationen vornehmen; aber an der Bruchstelle müsste sich doch das Neue einigermaßen „organisch" an das Alte anschließen, denn sonst würden die statischen Verhältnisse des Bauwerks beträchtlich gestört und gefährdet werden.

An die Betrachtung von Fällen, zu denen die Regeneration eines Eidechsenschwanzes, eines Molchbeines und dergleichen mehr gehören würden, schließen wir die, wo eine Regeneration etwa des halben Körpers stattfindet, wie sie beispielsweise beim Regenwurm vorkommt. Schneidet man einen Regenwurm in zwei gleich große Stücke so erhält dies vordere Stück eine neue Endhälfte und das hintere eine neue Vorderhälfte. Auch hierbei wird der Bauplan beibehalten. Der regenerierte Teil des Nervensystems ist eine Fortsetzung des vorhandenen; der neue Abschnitt des Darmrohrs eine Verlängerung des alten; kurz, die wiedererzeugte Körperstrecke ist dadurch entstanden, dass die alte an einem Ende gewachsen ist, wobei die einzelnen Teile ihre relative Lage zu einander beibehielten, und das ist dasselbe, wie eine Beibehaltung des Bauplans.

Wir können das, worum es sich hierbei handelt, etwa mit der Rekonstruktion des oberen Teiles eines Spitzbogengewölbes, das von vier Säulen getragen wird, vergleichen. Durch den Bauplan dieses Gewölbes, durch des letzteren Statik, wird die Rekonstruktion bis zu einem beträchtlichen Grade vorgeschrieben. Der neue Teil der Säulen muss sich innig an den übrig gebliebenen Teil anschließen, und der Schlussstein des ganzen Gewölbes wird ungefähr wieder dieselbe Lage einnehmen wie der des zerstörten Gewölbes.

Ich habe diesen Vergleich hier herangezogen, weil es sich bei der Regeneration sowohl des vorderen, als auch des hinteren Endes eines Regenwurmes um etwas Aehnliches handelt. Wenn das Gewölbe nur soweit zerstört wurde, dass nicht bloß die unteren Teile der vier Säulen erhalten blieben, sondern dass nur der oberste Teil verloren ging, dass also ein beträchtlicher Teil der Spitzbögen übrig blieb, so kann die Rekonstruktion nur auf die Weise stattfinden, dass sie mit Notwendigkeit zu einem dem ursprünglichen sehr ähnlichen oberen Abschluss des Gewölbes führen muss. Ganz ebenso liegen auch die Dinge bei dem Regenwurm. Die Vorderspitze eines solchen Tieres bildet gewissermaßen das, was bei dem Gewölbe der Schlussstein ist. Dasselbe lässt sich von dem Hinterende sagen. Wir können uns nun wohl vorstellen, dass die statischen Verhältnisse des Regenwurmkörpers

derartige sind, wie wir sie in den Spitzbogen eines Gewölbes vor uns haben. Auch beim Regenwurm findet eine Fortsetzung der erhalten gebliebenen Teile statt, und wenn diese in ähnlicher Weise angeordnet sind, wie die Spitzbögen, nämlich so, dass sie notwendigerweise an einer bestimmten Stelle gewissermaßen zusammenfließen und dadurch einen Abschluss erhalten, so muss, falls dieser Abschluss eines der beiden Körperenden ist, dieses Körperende notwendigerweise wieder erzeugt werden. Dass aber die beiden Körperenden des Regenwurms thatsächlich einen statischen Abschluss des Regenwurmbaus bilden, ist nicht zu bezweifeln, denn der Regenwurm ist sogut wie jeder andere Organismus ein Gleichgewichtssystem, und dieses muss notwendigerweise wieder hergestellt werden, wenn Teile von ihm verloren gegangen sind, ohne dass dadurch der Bauplan ins Wanken geriet. Durch Entfernung von Körperteilen bei Tieren wird eben eine Lücke hergestellt, die sich in ebenso notwendiger Weise wieder ausfüllen muss, wie etwa eine Lücke, die durch das Herausschöpfen eines Glases Wasser aus einem Eimer entstanden ist, wieder ausgefüllt wird. Aber die einzelnen Teile des Regenwurms sind bei weitem nicht so leicht gegeneinander verschiebbar, wie die Molekule des Wassers. Sie behalten ihre Lage im großen und ganzen bei, und deshalb kann die Regeneration nur eine derartige sein, dass an der Stelle des Defektes neues Baumaterial aus dem Körper herausgedrängt wird, um den Defekt zu schließen.

Wir gehen jetzt von dem Regenwurm zu unserer durch ihre große Reproduktionsfähigkeit berühmten *Hydra* über. Auch bei der *Hydra* kann der vordere Teil des Körpers den hinteren, dieser den vorderen wieder erzeugen. Man kann aber auch aus dem schlauchförmigen Körper der *Hydra* einen kleinen Ring herausschneiden, um daraus wieder eine ganze *Hydra* entstehen zu sehen. An einen solchen Ring können wir ebenso wie an der ganzen *Hydra* ein Vorder- und ein Hinterende unterscheiden, und wenn beide sich auch nicht durch eine sichtbar zu machende Struktur unterscheiden, so wissen wir doch, dass das vordere Ende nur das Mundende, das hintere nur das Fußende der *Hydra* wieder erzeugen kann. Es wird also auch in diesem Falle der Bauplan beibehalten, und zwar sehen wir an der *Hydra*, dass es sich hier um eine Kontinuität der Polarität des Bauplans handelt. Die *Hydra* hat einen Mundpol und einen Gegenmundpol, und die einzelnen Zellen der *Hydra* sind diesen Verhältnissen entsprechend orientiert. Man kann, theoretisch wenigstens, an jeder Zelle einen Mundpol und einen Gegenmundpol unterscheiden und es ist nicht zu bezweifeln, dass die Polarität auch die innere Struktur der einzelnen Zellen beherrscht. Bekanntlich genügen bei der *Hydra* wenige Zellen, um den Körper zu rekonstruieren, und von diesen wenigen Zellen müssen wir annehmen, dass sie ihre ursprüngliche Polarität beibehalten,

kurz dass es sich auch hier um eine Kontinuität der Organisation oder des Bauplans handelt.

Die *Hydra* leitet uns nun zu denjenigen Fällen über, wo eine Wiedererzeugung des ganzen Körpers aus einer einzigen Zelle stattfindet. Bekanntlich kommt solches an Begonienblättern vor. Hier sind einzelne Zellen befähigt, eine ganze Begonie zu erzeugen — jedenfalls nur deshalb, weil sie den ursprünglichen Bauplan fortsetzen.

Von den mehr oder minder abnormen Fällen, in welchen wir von „Regeneration" sprechen können, gehen wir nun über zu der normalen Wiedererzeugung des Organismus aus einer einzigen Zelle.

Wir wollen zunächst das Wachstum der Cryptogamen ins Auge fassen, etwa das eines Laubmooses. Bekanntlich werden die einzelnen Teile eines Laubmooses dadurch erzeugt, dass sich von einer einzigen Zelle der Wachstumszone fortwährend andere Zellen abschnüren. Die betreffende Zelle wird die Scheitelzelle genannt, und von dieser Scheitelzelle werden fortgesetzt neue Zellen abgespalten, und zwar in der Weise, wie es der Scheitelzelle durch ihre Organisation vorgeschrieben ist. Die Teilungsebenen entstehen an ganz bestimmten Stellen, und es ist nicht zu bezweifeln, dass diese Stellen in der Organisation der Scheitelzelle, d. h. in der Struktur ihres Plasmakörpers, begründet sind. Wollen wir auch diesen Vorgang mit menschlichen Bauten vergleichen, so könnten wir etwa sagen, dass sich diejenigen Umbaue mit ihnen parallelisieren lassen, wo an Stelle eines unteren Stockwerks ein anderes gesetzt wird. Zwar handelt es sich dabei um eine absichtliche Veränderung des unteren Stockwerks; aber diese muss sich doch derartig organisch an den stehenbleibenden Teil des Hauses anschließen, dass sie die Fortsetzung des letzteren nach unten bildet. Das Wachstum der Laubmoose lässt sich in manchen Fällen mit fortwährenden Einschiebungen neuer Stockwerke zwischen dem Dach, nämlich der Scheitelzelle, und den übrigen Stockwerken vergleichen. Diese Letzteren, die älteren Zellen sterben bei manchen Laubmoosen fortwährend ab, und die Scheitelzelle setzt das Wachstum kontinuierlich fort, sie behält also fortwährend ihre Organisation. Es ist ja immer eine und dieselbe Scheitelzelle, die sich unter Beibehaltung ihres Bauplans vergrößert und die neuen Zellen von sich abschnürt.

(Schluss folgt.)

Einsendungen für das Biol. Centralblatt bittet man an die ***Redaktion, Erlangen, physiol. Institut, Bestellungen*** *sowie alle* ***geschäftlichen,*** *namentlich die auf* ***Versendung des Blattes,*** *auf* ***Tauschverkehr*** *oder auf* ***Inserate*** *bezüglichen Mitteilungen an die* ***Verlagshandlung Eduard Besold, Leipzig, Salomonstr. 16,*** *zu richten.*

Verlag von Eduard Besold (Arthur Georgi) in Leipzig. — Druck der kgl. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark. Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIV. Band. 1. August 1894. **Nr. 15.**

Inhalt: **Haacke**, Die Vererbung erworbener Eigenschaften (Schluss). — **Nagel**, Ergebnisse vergleichend-physiologischer und anatomischer Untersuchungen über den Geruchs- und Geschmackssinn und ihre Organe. — **Gottlieb**, Beiträge zur Physiologie und Pharmakologie der Pankreassekretion. — **Zacharias**, Die biologische Süßwasserstation der Universität von Illinois. — **Bauer**, Ueber das Verhältnis von Eiweiß zu Dotter und Schaale in den Vogeleiern (Fortsetzung).

Die Vererbung erworbener Eigenschaften.

Von **Wilhelm Haacke.**

(Schluss.)

Bei einigen Laubmoosen ist die Scheitelzelle des Stämmchens zweischneidig, und es gehen deshalb aus ihr zwei grade Reihen miteinander abwechselnder Abschnitte hervor. Bei Laubmoosen mit dreiseitig-pyramidaler Scheitelzelle werden drei Reihen von Segmenten gebildet. Aus jedem Segment geht ein Blatt hervor, und deshalb ist die Blattstellung durch die Lage der aufeinanderfolgenden Segmente gegeben. Auf diese Weise kommen entweder zwei grade Reihen miteinander abwechselnder Blätter, oder drei Reihen zu Stande, und je nachdem bei den Moosen mit drei Blätterreihen die Zellwände, die bei der Teilung der Scheitelzelle gebildet werden, gestellt sind, stehen die Blätter in graden Reihen oder bilden eine Blattspirale. Auf alle Fälle wird aber die Blattstellung durch die Organisation, durch den Bauplan der Scheitelzelle, bestimmt. In ähnlicher Weise wie die Scheitelzelle der Laubmoose und anderer Cryptogamen verhält sich aber auch die Scheitelregion derjenigen Pflanzen, die nicht mittels einer einzigen Scheitelzelle wachsen. Umstehende Abbildung 1 zeigt einen Längsschnitt durch die Scheitelregion der Keimwurzel der Sonnenblume (*Helianthus*), und aus ihr ersieht man, dass die mit *i* bezeichneten Urmutterzellen infolge ihrer Anordnung den verschiedenen Teilen der Wurzel ihren Platz anweisen.

Die Scheitelregionen der Pflanzen können sich nun teilen, wie es Figur 2 zeigt, welche die Dichotomie des Thallus von *Dictyota dichotoma* darstellt. Auf diese Weise können zahlreiche Scheitelregionen entstehen; und bei manchen Laubmoosen, wo die unteren Teile des Stammes absterben, entstehen dadurch, dass die ursprünglichen Verzweigungsstellen absterben, getrennte Pflanzen.

Fig. 1.

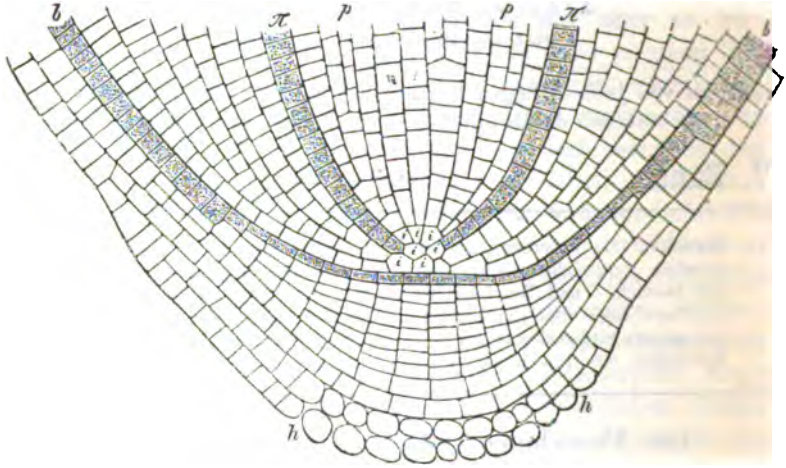


Fig. 1. Längsschnitt der Scheitelregion in der Keimwurzel von *Helianthus annuus* aus Sachs nach Reinke. — *hh* = die Wurzelhaube; *bb* = (dunkel gehalten) das Dermatogen; *pp* = das Plerom, dessen innere dunkele Schicht *ππ* Pericambium; zwischen *π* und *b* liegt das Periblem; *ii* = die Urmutterzellen, Initialen, des Periblems und Pleroms.

Fig. 2.

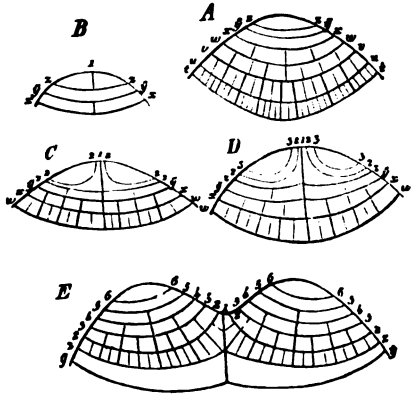


Fig. 2. Dichotomie des Thallus von *Dictyota dichotoma* aus Sachs nach Nägeli; Entwicklungsfolge nach der Reihe der Buchstaben *A*—*E*; die Buchstaben *t*—*z* bedeuten die Segmentierungen der Scheitelzelle vor ihrer Dichotomie; *1* ist die Teilungswand, durch welche die Dichotomie eingeleitet wird; *2, 3, 4, 5, 6* die Segmente der neuen Scheitelzellen.

Mit einen sich verzweigenden Pflanzenkörper können wir nun aber auch den tierischen Körper vergleichen. Hier entsprechen diejenigen Zellen, die am längsten ihren embryonalen Charakter bewahren, den

Scheitelzellen der Cryptogamen und den Urmeristemzellen der Phanerogamen. Aus solchen indifferenten Zellen gehen sowohl bei den Pflanzen als auch bei den Tieren schließlich die eigentlichen Keimzellen hervor.

Auch die Differenzierungsprozesse der tierischen Gewebe lassen sich mit denen der Pflanzen vergleichen. Die Urentodermzellen derjenigen Tiere z. B., bei welchen die erste Furche des Eis eine Entodermzelle von einer Ektodermzelle trennt, können wir als Scheitelzellen betrachten, die sich später teilen, so dass aus ihnen zahlreiche Scheitelzellen hervorgehen, die durch fortgesetzte Teilung die Gewebe des Körpers liefern. Der größte Teil der durch die Teilung der ursprünglichen Zelle entstehenden Zellen nimmt einen bestimmten Charakter an; indessen gilt das nicht von allen Zellen, und unter allen Umständen bewahren diejenigen Zellen, aus denen die Keimzellen hervorgehen, ihren eigentümlichen indifferenten Charakter und damit auch ihre ursprüngliche Organisation. Da nun die Keimzellen von einer Generation auf die andere übertragen werden, so kann man nicht bloß, wie Weismann es will, von einer Kontinuität des Keimplasmas sprechen, sondern man darf von einer Kontinuität der indifferenten Zellen sprechen, und da diese gewissermaßen den Scheitelzellen der Cryptogamen entsprechen, von der Kontinuität einer bestimmten Organisation oder eines bestimmten Gleichgewichtssystems, das von Generation zu Generation übertragen wird. Dadurch wird aber die Vererbung ohne weiteres begreiflich: Die Keimzelle behält diejenige Organisation bei, die sie zur Zeit ihrer Ablösung vom Körper besaß.

Nun haben wir gesehen, dass der gesamte Körper mit Einschluss derjenigen Zellen, die sich zu Keimzellen umbilden, ein Gleichgewichtssystem darstellt, das sich notwendiger Weise ändern muss, wenn irgend ein Teil infolge äußerer Eingriffe verändert wird. Solche Veränderungen bedeuten also eine Veränderung des gesamten Bauplans des betreffenden Organismus, und da die Keimzellen und die übrigen indifferenten Zellen diesen Bauplan durch die Anordnung ihrer Plasmaelemente zum Ausdruck bringen, da gewissermaßen sämtliche Teile des Baus in ihnen zusammenlaufen, ähnlich wie die Bögen eines Gewölbes im Schlussstein zusammenlaufen, so muss eine Vererbung erworbener Eigenschaften mit absoluter Notwendigkeit stattfinden. Dies wird ermöglicht einerseits durch die zeitliche Kontinuität der indifferenten Zellen, die wir mit einem gemeinsamen Namen als Abschlusszellen bezeichnen können, und zweitens durch die Kontinuität der Organisation durch den ganzen Körper hindurch, durch die Kontinuität zwischen Germinal- und Personalteil, zwischen Körperzellen und Schlusszellen.

An dieser Stelle habe ich einem möglichen Einwande zu begegnen, der auf Grund der vorhergehenden Erörterungen gegen mich erhoben werden könnte. Dieser Einwand, den ich mir selbst gemacht

habe, ist der folgende: Wenn der Körper ein Gleichgewichtssystem darstellt, und zwar derart, dass wir von einer Kontinuität zwischen dem Personal- und dem Germinalteil sprechen können, dann ist die Frage berechtigt, ob nicht zu verschiedenen Zeiten der Ontogenesis der Germinalteil verschiedene Gleichgewichtszustände zeige, da dasselbe mit dem Personalteil der Fall sei. Der vielzellige Organismus besteht im Anfang seiner individuellen Entwicklung aus der Eizelle. Aus dieser entsteht bei den Darmtieren zunächst die Blastula und weiterhin die Gastrula, aus der sich auf längerem oder kürzerem Wege der definitive tierische Organismus hervorbildet. Der Organismus ist also auf verschiedenen Stadien seiner individuellen Entwicklung sehr verschieden ausgebildet. Er stellt verschiedene aufeinanderfolgende und sich auseinander entwickelnde Gleichgewichtszustände dar, und wenn, was eine notwendige Konsequenz meiner obigen Auseinandersetzungen ist, in jedem einzelnen dieser Stadien der Germinalteil mit dem Personalteil im Gleichgewicht steht, dann fragt es sich, ob nicht die verschiedenen, aufeinanderfolgenden Gleichgewichtszustände der Abschlusszellen des Germinalteils ebenso verschieden untereinander sind wie die verschiedenen ontogenetischen Gleichgewichtszustände des ganzen Organismus. Wenn diese Frage bejaht werden müsste, dann wäre der Gleichgewichtszustand des Germinalteils, der dem definitiven Gleichgewichtszustand des ganzen Organismus entspricht, ein ganz anderer als der Gleichgewichtszustand der Eizelle oder des Spermatozoon, und dann wäre die Vererbung nicht erklärt, dann könnten wir nicht von einer Kontinuität, nicht von einer direkten Uebertragung eines bestimmten und durch alle Stadien der ontogenetischen Entwicklung hindurch sich gleichbleibenden Gleichgewichtssystem sprechen. Unsere Frage ist aber nicht zu bejahen, was durch die nachfolgende Betrachtung klar werden wird.

Gesetzt, es handle sich um folgenden Fall, der zwar hypothetisch ist, indessen nur insofern, als er die thatsächlichen Verhältnisse lediglich anschaulicher macht. Eine befruchtete Eizelle teilt sich in zwei Zellen, von denen die eine dem späteren Germinalteil, die andere dem späteren Personalteil entsprechen soll. Beide Zellen stehen miteinander im Gleichgewicht und sind auch, was ja natürlich nötig ist, durch Plasmabrücken miteinander verbunden. Die dem Germinalteil entsprechende Zelle soll nun ungeteilt bleiben; dagegen soll sich die, aus welcher der Personalteil hervorgeht, weiter teilen. An ihre Stelle treten zunächst zwei unter sich und mit der Germinalzelle im Gleichgewicht stehenden Zellen. Nun entsteht die Frage, ob dadurch die Gleichgewichtsverhältnisse, also die Organisation der Germinalzelle geändert worden ist. Dies braucht durchaus nicht der Fall zu sein, denn die Einwirkung, die die Germinalzelle jetzt von den beiden Zellen des Personalteils erfährt, kann deshalb noch dieselbe sein wie

die, die sie vor dieser Einwirkung erfuhr, weil sich die Wirkungen der beiden Zellen des Personalteils teilweise gegenseitig aufheben. Dasselbe gilt natürlich von sämtlichen Zellen, die aus der ursprünglichen Zelle des Personalteils hervorgehen. Die ontogenetischen Umgestaltungen des Organismus können sehr wohl immer derartig sein, dass sie sich gegenseitig so kompensieren, dass dadurch an den Gleichgewichtsverhältnissen der Germinalzelle nichts geändert wird.

Diese Ausführungen könnte man nun benützen wollen, um dadurch meine früheren Ausführungen zu widerlegen, um zu sagen, dass, wenn es für die Gleichgewichtsverhältnisse einer Keimzelle einerlei wäre, ob sie mit einer oder mit vielen Zellen oder auch mit gar keinen im Gleichgewicht stände, dass dann keine Vererbung erworbener Eigenschaften stattfinden könne. Allein dieser Einwurf ist hinfällig.

Der sich entwickelnde Organismus ist ein Roux'sches „Selbstdifferenzierungssystem", das solange ungestört bleibt, als die Einflüsse der Außenwelt dieselben bleiben. Aendern sich aber diese, so wird der Organismus in seinen Gleichgewichtsverhältnissen gestört, und zwar nicht bloß in einem einzigen seiner Organe, sondern gleichzeitig in allen. Es ist nun allerdings denkbar, dass sich neue ungewohnte äußere Einflüsse verschiedener Art, die verschiedene Körperteile treffen und dadurch umbilden, derart kompensieren, dass sich ihre Einwirkungen auf die Keimzelle gegenseitig aufheben, aber es ist durchaus nicht wahrscheinlich, dass solches in der Regel, und selbst nicht einmal, dass es überhaupt geschieht. Wenn ein Körper sich in einer bestimmten Richtung bewegt, so kann er nur dadurch zum Stillstand gebracht werden, dass eine Kraft ihm in derselben Richtung entgegenwirkt, oder dass von verschiedenen Seiten mehrere Kräfte auf ihn einwirken, deren Resultierende dem sich in einer Richtung fortbewegenden Körper in dieser selben Richtung entgegenwirkt. Dass nun gleichzeitig stattfindende Veränderungen, die ein Organismus infolge äußerer Einflüsse an verschiedenen Stellen erleidet, derartige sein sollten, dass sie verschiedenen Kräften, deren Resultierende einem sich bewegenden Körper genau in seiner Bewegungsrichtung entgegenwirkt, entsprächen, ist bei der großen Kompliziertheit der Organismen im allerhöchsten Grade unwahrscheinlich. Es muss also das gesamte Gleichgewichtssystem eines Organismus geändert werden, wenn ein oder mehrere ihm bis dahin fremde Einflüsse der Außenwelt auf ihn einwirken.

Wie muss nun der organische Bildungsstoff beschaffen sein, wenn Gleichgewichtsveränderungen in den Zellen vor sich gehen sollen, und wo hat dieses eigentliche formengebende Plasma seinen Sitz? Im Zellleibe, oder in dem vom Zellleibe umschlossenen Kerne der Zelle, der Keimzelle insbesondere?

Suchen wir die letztere Frage zunächst zu beantworten, so ergibt sich als notwendige Konsequenz unserer bisherigen Ausführungen, dass der Zellleib unter allen Umständen an den Gleichgewichtsveränderungen beteiligt sein, und dass deshalb hier auch jedenfalls ein Teil des Plasma seinen Sitz haben muss, denn falls eine Uebertragung von Gleichgewichtsveränderungen von Zelle zu Zelle stattfinden soll, so kann diese nur durch den Leib der Zelle hindurchgehen, um zum Kerne zu gelangen; der Zellleib wird also unter allen Umständen mitbetroffen. Ich bin zu der Anschauung gelangt, die ich vornehmlich auf Vererbungsexperimente gestützt und in meinem Werke „Gestaltung und Vererbung" eingehend begründet habe, dass der Zellleib der Träger des gestaltgebenden Plasma, desjenigen Stoffes, den ich Plasma schlechtweg nenne, der Kern dagegen Träger der chemischen Eigentümlichkeiten ist.

Gewiss wird auch die chemische Zusammensetzung und die Gestalt des Zellkernes durch Vererbung erworbener Eigenschaften dauernd verändert. Man kann auch hier davon sprechen, dass sich Veränderungen, die die chemischen Prozesse der an der Peripherie des Körpers liegenden Zellen betreffen, auch an den Keimzellen geltend machen müssen. Wenn der Chemismus einer Zelle geändert wird, und wenn die Zellen direkt oder indirekt miteinander verbunden sind, so kann der Chemismus der benachbarten Zelle nicht unverändert bleiben, und deshalb muss durch den ganzen Körper hindurch eine Veränderung des Chemismus stattfinden, sobald die chemischen Prozesse in einer einzelnen Zellengruppe verändert werden. Von dergleichen Veränderungen wird auch selbstverständlich der Zellleib betroffen: aber diese chemischen Veränderungen des Zellleibes sind andere, als die, welche die Gestalt des Organismus modizieren. Dass diese in erster Linie den Zellleib treffen, ist zweifellos; denn wenn umformende Faktoren auf den Körper einwirken, so treffen sie nicht zuerst den Zellkern, sondern den Zellleib. Es fragt sich nun, ob der Zellkern auch von diesen Veränderungen betroffen wird. Meine Ansicht ist die, dass er es nicht wird; denn der Zellkern führt bis zu einem gewissen Grade ein unabhängiges Leben. Seine Form kann für das Zustandekommen der Form des erwachsenen Organismus keine Bedeutung haben, weil der Kern tief im Innern des Zellleibes liegt, die Zellen aber mit ihren Leibern, nicht mit ihren Kernen aneinander stoßen. Es hängt also von der Form des Leibes der einzelnen Zellen, die den Körper aufbauen, ab, welche Form der letztere bekommen soll.

Damit ist nun freilich nicht gesagt, dass es nur auf die äußere Form der Zellen ankomme, denn diese muss ja durch die innere Struktur der Zelle bedingt werden. Es könnte also doch der Kern an dem Aufbau der Struktur der Zelle seinen Anteil haben. — Das

hat er auch insofern, als durch seine chemische Beschaffenheit die Form der einzelnen Plasmaelemente beeinflusst werden muss, denn in der Zelle findet ein Stoffaustausch zwischen Kern und Zellleib statt, und das Plasma des letzteren kann nicht unberührt bleiben von der chemischen Zusammensetzung der im Zellkern enthaltenen Stoffe. Aber einen direkten Anteil an der Struktur der Zelle nimmt der Kern nicht. Was hat der Kern beispielsweise mit der Struktur der quergestreiften Muskelzelle zu thun? Er liegt der Muskelfaser ja nur äußerlich an! Außerdem zeigt aber die Beobachtung, dass der Kern nicht der morphogenetische Mittelpunkt der Zelle ist. Wir wissen vielmehr, dass dieser Mittelpunkt durch das Centrosoma oder Polkörperchen gebildet wird. Gegen dieses sind die Plasmastrahlungen in der Zelle zentriert, nicht aber gegen den Kern. Wenn man freilich, wie Oscar Hertwig es thut, das Centrosoma mit zu dem Kern rechnet, dann muss man sagen, dass dieser Teil des Kernes, nicht aber die Chromosomen oder Kernstäbe, es direkt mit der Struktur des Zellleibes zu thun haben.

Wir können diese Auseinandersetzungen dahin zusammenfassen, dass der Zellleib mit seinem morphogenetischen Mittelpunkte, dem Centrosoma, die Gestalt der Zellen und damit die Gestalt des mehrzelligen Organismus bedingt, dass die in den Chromosomen des Kernes enthaltenen Substanzen dagegen den Stoffwechsel der Zelle beherrschen. Die Zelle ist gewissermaßen eine Symbiose zweier Individualitäten, einerseits des Zellleibes mit seinem Mittelpunkte, dem Centrosoma, anderseits des Kernes mit seinen Chromosomen. Die chemischen Beziehungen zwischen diesen beiden Gebilden sind sehr innige, dagegen sind die Strukturen des Zellleibes und des Zellkernes nur indirekt voneinander abhängig, während sich die Struktur des Zellleibes bis in das Centrosoma hinein fortsetzt.

Nach meiner Anschauung wurzeln die Plasmastrahlen, die wir so oft im Leibe der Zelle sehen, im Centrosoma. Es ist die Form dieses Gebildes, die in erster Linie die Vererbung der Gestalt, die Vererbung der Form des gesamten Organismus ermöglicht. Wir haben Zellen, die indifferentes Keimplasma enthalten, verglichen mit dem Schlussstein eines Gewölbes. Wir können, wenn wir uns auf eine einzelne Zelle beschränken, das Centrosoma mit eben diesem Schlusssteine vergleichen: Hier laufen die Bogen des Gewölbes zusammen, und diese Bogen sind in der Zelle die Plasmastrahlen, die nach bestimmten stereometrischen Verhältnissen im Centrosoma um dessen Mittelpunkt herum angeordnet sind. Wird nun die Struktur der Zelle auch zerstört, wie es ja oft genug geschieht, so bleibt doch die Struktur des Centrosoma erhalten.

Freilich dürfen wir die Möglichkeit nicht außer Acht lassen, dass das Centrosoma sich schließlich als ein indifferentes Gebilde heraus-

stellt, und dass sich die Plasmaelemente vermöge ihrer Gestalt und anziehender und abstoßender Kräfte, mit denen wir sie ausstatten müssen, sich auch nach einer teilweisen Zerstörung der Zellstruktur wieder so anordnen müssen, wie es durch ihre Formen bedingt wird. Die Untersuchungen über die Rolle, die das Centrosoma spielt, sind ja noch längst nicht abgeschlossen. Wie dem Allen aber auch sei, es ist soviel sicher, dass die Chromosomen des Kernes nicht Gestaltungszentren der Zellen bilden.

Wir sind nunmehr auf die Beantwortung der Frage nach den Formenverhältnissen der Elemente des Plasma vorbereitet.

Zunächst haben wir daran zu erinnern, dass der Zellleib nicht aus einer einzigen chemischen Substanz besteht, sondern wahrscheinlich aus einer ganzen Reihe von solchen. Es fragt sich nun, haben alle diese Substanzen direkt etwas mit den Formenverhältnissen der Zelle zu thun. Diese Frage muss verneint werden; denn wie aus einem Gemisch verschiedener chemischer Substanzen bestimmte Formenverhältnisse resultieren können, lässt sich auf keine Weise begreifen, wenn man nicht den Boden der Epigenesistheorie verlassen und auf den des Präformismus übergehen will.

Wenn wir es mit Plasmaelementen zu thun hätten, die aus verschiedenen chemischen Substanzen bestehen, und die dann auch höchst wahrscheinlich eine verschiedene Form haben würden, so wüssten wir nicht, wie durch das Durcheinandermengen verschieden geformter Körper die Gestaltung des zusammengesetzten Organismus bewerkstelligt werden sollte. Wenn wir Octaëder und Tetraëder, Würfel und Dodekaëder, rhombische Pyramiden und quadratische Säulen, Rhomboëder und sechsseitige Doppelpyramiden, sowie Formen, die dem monoklinen und solche, die dem triklinen Krystallsystem entsprechen, durcheinandermengen, oder wenn wir selbst versuchen, sie sorgfältig aneinanderzupassen, so gelangen wir nicht dazu, aus ihnen ein Gebilde mit regelmäßigen Formen zu gestalten. Es ist vielmehr die Annahme unerlässlich, dass die eigentlichen Bausteine des Körpers alle eine und dieselbe Form haben. Das hat z. B. Nägeli übersehen, als er seine Micelle der Form und der chemischen Beschaffenheit nach verschieden sein ließ. Wenn wir aber gezwungen sind die von mir Gemmen genannten, über den Molekülen stehenden letzten Elemente des Plasmas alle mit einer und derselben Form auszustatten, so kommen wir nicht um die Annahme herum, dass sie alle auch aus einem und demselben chemischen Stoff bestehen, der eben ihre Form in derselben Weise bedingt, wie die Form eines Krystalles durch seine chemische Zusammensetzung bedingt wird. Der eigentliche Bildungsstoff, derjenige Stoff, den allein man Plasma nennen sollte, kann nur aus einer einzigen chemischen Substanz bestehen, und

die Krystallform dieser Substanz ist die Form der Gemmen: die Gemmen sind kleine Krystalle aus Plasma.

Somit wäre die Form des Organismus also doch auf die chemische Beschaffenheit seines Plasma zurückgeführt? — Keineswegs! Denn wie sollten alsdann die Anpassungen möglich sein? Mit der chemischen Konstitution des Plasmamoleküls können die Anpassungen der Organismenformen an die Außenwelt und der Organformen an einander unmöglich etwas zu thun haben. Wollten wir Dergleichen annehmen, so würden wir der krassesten Teleologie verfallen. Wir würden dann zu der Folgerung gezwungen sein, dass gewissermaßen dem Känguruh ein Känguruhmolekül, dem Wallfisch ein Wallfischmolekül entspräche, und dass dadurch, dass sich ein Organ durch Nichtgebrauch zurückbilde, die Konstitution des Plasmamoleküls geändert würde. Eine direkte chemische Erklärung der Organismenformen ist also unmöglich. Die Formen der Tiere und Pflanzen sind nicht gleich denen der Krystalle direkt von der chemischen Zusammensetzung abhängig, und die Form der Gemmen hat direkt nichts mit der Form des Organismus zu thun. Wir können sehr wohl annehmen, dass das Plasma in sämtlichen Organismen dieselbe chemische Beschaffenheit und dieselbe Gemmen- oder Krystallform besitzt und dass die chemischen Differenzen zwischen den Organismen durch andere Stoffe bedingt werden. Wir sind zwar zu dieser Annahme nicht gezwungen; wir können auch eine Reihe verschiedener Plasmen unterscheiden, aber keinesfalls brauchen sich zwei verschiedene Organismenarten durch die chemische Beschaffenheit und die Gemmenform des Plasma zu unterscheiden. Darauf hat u. a. Pfeffer hingewiesen, als er sagte, wir dürften nicht vergessen, dass man aus demselben Messingstück sehr verschiedene Maschinenteile machen könne.

Wir gelangen somit zu der Folgerung, dass die Gemmen zunächst Plasmagebilde höherer Ordnung, die Gemmarien, zusammensetzen, und dass die Form der Gemmarien deshalb bei den verschiedenen Organismenarten verschieden ist, weil die Gemmen sich innerhalb der Gemmarien gegeneinander verschieben können. Aus kleinen rhombischen Säulen z. B. können wir uns eine gradezu unendliche Formenfülle aufbauen, und da wir die Gemmen so klein annehmen dürfen, dass ein Gemmarium aus vielen Millionen von Gemmen zusammengesetzt sein kann, ohne dass es deshalb schon sichtbar zu sein braucht, so haben wir keinen Mangel an verschiedenen Gemmarienformen. Diese nun sind es, die die Form der Zelle bedingen und damit die des Organismus. Je nach den Symmetrieverhältnissen der einzelnen Gemmarienarten sind die Formen der Keimzelle und damit die der Organismen überhaupt von einander verschieden, wie ich in „Gestaltung und Vererbung“ in dem Kapitel über die Entstehung der Grundformen ausgeführt habe. Die Gemmarien treten zu Gemmarien-

strahlen zusammen, deren Formen von der Form der Gemmarien abhängen müssen, und die Gemmarienstrahlen ordnen sich um den Mittelpunkt des Centrosoma oder — falls das Centrosoma ein indifferenter Körper ist — um diesen herum in bestimmter Weise, die durch ihre Form bedingt ist, an. Dadurch muss die Zelle selbst, die gewissermaßen ein Strahlensystem darstellt, eine bestimmte Form erhalten. Dass aus dieser Form der Keimzelle die des erwachsenen Organismus resultieren muss, habe ich in „Gestaltung und Vererbung" gezeigt und durch Abbildungen erläutert. Ich habe auch Modelle konstruieren lassen, die diese Abhängigkeit unmittelbar vor Augen führen und werde demnächst wohl einmal Gelegenheit haben, Abbildungen von diesen Modellen zu veröffentlichen.

Zwischen den Gemmarienstrahlen, die aus Plasma bestehen, liegen nun andere Substanzen, wahrscheinlich in mehr oder weniger gleichförmiger Mischung, die beim Stoffwechsel der Zelle eine Rolle spielen. Da das Plasma ein Produkt des Zusammenwirkens dieser Substanzen sein muss, so kann man diese durcheinandergemengten Stoffe auch als Plasmogengemenge bezeichnen. Dieses Plasmogengemenge hat aber direkt nichts mit dem Formenaufbau des Körpers zu thun. Dagegen treten die Plasmastrahlen an die Oberfläche der Zellen heran — die Plasmastrahlen benachbarter Zellen stoßen aneinander, und da die Plasmastrahlen aus Gemmarien zusammengesetzt sind, deren Gemmen gegeneinander verschoben werden können, so müssen durch äußere Einwirkungen hervorgebrachte Veränderungen der Zellen sich als Verschiebungen der Gemmen innerhalb der Gemmarien kennzeichnen.

Wir nehmen ja an, dass die Anordnung der Plasmenstrahlen in der Zelle, und der Zellen im Körper von der Form der Gemmarien, und diese von der Anordnung der gegeneinander verschiebbaren Gemmen innerhalb der Gemmarien abhängt. Wird nun die Anordnung der Zelle durch äußere Eingriffe gestört, so muß notwendigerweise auch die Anordnung der Plasmastrahlen in ihr, die der Gemmarien in den Plasmastrahlen, aber auch die der Gemmen in den Gemmarien verändert werden, und diese Veränderungen müssen sich durch den ganzen Körper hindurch bis in die Keimzellen hinein fortsetzen, wodurch die Anpassung erklärt ist. Anpassung ist eine Verschiebung der Gemmen in sämtlichen Zellen des Körpers. Sind aber die Gemmen auch in den Gemmarien der Keimzellen gegen einander verschoben, und lösen sich die Keimzellen nunmehr aus ihrem Verbande mit den übrigen Zellen, und gelangen sie dazu, sich zu ausgebildeten Organismen zu entwickeln, so übertragen sie die Anpassungen des elterlichen Körpers auf den der Nachkommen.

Wir haben nunmehr noch die Frage zu erörtern, was aus unserer Gemmarienlehre über die Dauer der Zeit, in welcher eine Organis-

menart in wahrnehmbarer Weise durch direkte Anpassung verändert werden kann, folgt.

R. v. Lendenfeld meint in seiner in Nr. 14 dieses Jahrganges des „Biologischen Centralblattes" von mir zurückgewiesenen Kritik der Gemmarienlehre, dass, wenn meine Erklärung der Vererbung erworbener Eigenschaften richtig wäre, „jede erworbene Eigenschaft ohne weiters unverändert und ungeschwächt vererbt werden" müsste. „Nun sagt aber Haacke (Gestalt und Vererbung S. 108, 109)", fährt er fort, „dass die durch die Vererbung erworbener Eigenschaften erzeugten Aenderungen der Tiere ungemein klein sind und erst durch Summierung von gleichartigen Aenderungen bei tausenden von Generationen ein merkliches Ergebnis erzielt würde. Das scheint mir ein Widerspruch zu sein."

Herr v. Lendenfeld hat die Gemmarienlehre nicht genügend durchdacht, sonst würde er das nicht als einen Widerspruch gegen die Gemmarienlehre bezeichnet haben, was eine Konsequenz von ihr ist.

Die Schlussfolgerung, dass jede erworbene Eigenschaft ohne weiteres unverändert und ungeschwächt ererbt werden müsste, ist nur in dem Falle richtig, wo beide Eltern eines Kindes die betreffenden Eigenschaften in gleichem Grade besitzen und sich auch sonst nicht von einander unterscheiden. Herr v. Lendenfeld scheint anzunehmen, dass Vererbungsexperimente, die man in Bezug auf die Vererbung erworbener Eigenschaften an Haustieren und Kulturpflanzen angestellt hat, nicht den Nachweis erbracht hätten, dass jede erworbene Eigenschaft ohne weiteres unverändert und ungeschwächt vererbt werden muss. Allein an Organismen, die der Mensch unter seine Botmäßigkeit gebracht hat, und die dadurch viel plastischer geworden sind als wildlebende Tiere und Pflanzen, ist noch niemals ein solches Vererbungsexperiment angestellt worden, dessen Resultat einwandsfrei wäre. Man mache folgendes Experiment: Man nehme zwei Tiere oder zwei Pflanzen einer Kulturrasse, die äußerlich und bis in ihren feinsten Bau hinein identisch sind und sich ferner dadurch gleichen, dass sie eine und dieselbe neue Eigenschaft in identischem Grade ausgebildet haben, paare diese beiden Individuen miteinander und ziehe ihre Jungen genau unter denselben Verhältnissen auf, unter denen die Eltern aufgewachsen sind und gelebt haben. Dann wird man finden, dass sich die neu erworbene Eigenschaft ohne weiteres unverändert und ungeschwächt vererbt. Dass dieses schwierige Experiment jemals ausgeführt werden könnte, dürfte fraglich sein. Nach meiner Anschauung kann eine ungeschwächte Vererbung erworbener Eigenschaften nur dann zustandekommen, wenn sich die Individuen, die sich miteinander paaren, in allen Eigenschaften gleichen. Wenn es sich dagegen um zwei Individuen handelt, bei denen die Organe a, b, c, d und e ungleich ausgebildet sind, so dass das Organ a bei dem

Männchen anders beschaffen ist als das Organ a bei dem Weibchen u. s. w., so kann das Organ f nach der Gemmarienlehre bei den Jungen, die von diesem Paare erzeugt werden, nicht gleich dem Organ f der beiden Eltern sein, auch wenn f bei beiden Eltern durch Neuerwerbung einer Eigenschaft in annähernd gleichem Grade modifiziert worden ist. Dadurch dass Plasmen verschiedenen Gefüges aufeinander einwirken, werden die Eigentümlichkeiten beider vermischt, wie die Thatsachen der Vererbung genugsam zeigen und wie es als notwendige Folge aus meiner Theorie der gegeneinander verschiebbaren Gemmen hervorgeht. Man muss sich aber in diese Theorie hineindenken. Diese Forderung kann ich Niemanden erlassen, der ein Urteil über die Gemmarienlehre abgeben will, so wenig angenehm es mir auch ist, dass zum Verständnis meiner Theorie plastisches Denken gefordert werden muss. Wer aber dieser Vorbedingung zum Verständnis der Gemmarienlehre in dem notwendigen hohen Grade entspricht, der wird einsehen, dass die geschlechtliche Fortpflanzung nicht die Wirkung hat, individuelle Unterschiede zu kombinieren, sondern die, solche Unterschiede zu verwischen. Da die Keimzellen nach meiner Annahme Gleichgewichtssysteme darstellen, und da sich kein Teil eines Gleichgewichtssystemes ändern kann, ohne dass sich alle übrigen mitändern, da also aus dem Aufeinandereinwirken zweier Gleichgewichtssysteme, die zu einem einzigen Gleichgewichtssystem verschmelzen, ein völlig neues Gleichgewichtssystem hervorgehen muss, in welchem jeder einzelne Teil verändert ist, so können Organe, die bei sonst ungleichen Eltern eine ähnliche Ausbildung, hervorgegangen aus direkter Anpassung, zeigen, sich unmöglich unverändert vererben. Das ist ein Schluss, der sich mit absoluter Notwendigkeit aus der Gemmarienlehre ergibt. Bei den Haustieren und Kulturpflanzen, an denen allein man die hier vorliegenden Fragen experimentell prüfen kann, hat es sich aber immer noch um die Paarung von Individuen gehandelt, bei denen nicht nur direkt erworbene Anpassungen in qualitativ und quantitativ ungleichem Grade ausgebildet, sondern auch die ererbten Merkmale verschieden waren. Auch die Individuen wildlebender Organismenarten zeigen geringe Unterschiede von einander; deshalb kann die Vererbung erworbener Eigenschaften nur innerhalb sehr langer Zeiträume greifbare Resultate, Veränderungen, die, wie ich mich ausgedrückt habe, „unserm blöden Auge sichtbar sind", erzielen. Historische Vorgänge wollen eben mit dem Auge des Geschichtsforschers angeschaut sein.

Je geringer die individuellen Unterschiede bei einer Organismenart sind, desto leichter werden sich die Angehörigen dieser Art durch Vererbung von neuen Eigenschaften, die von der ganzen Artschaft durch Anpassung an gleiche Existenzbedingungen direkt erworben [illegible], umbilden. Wären alle Individuen einer Art identisch, dann

freilich müsste die Umbildung so schnell vorsichgehen, wie sich direkte Anpassungen bei der betreffenden Art ausbilden können. Aber die neuen Erwerbungen, die in jeder Generation zu den alten hinzukommen, sind bei freilebenden Organismen in der Regel unmessbare. Denn das Gefüge des Plasmas ist bei den meisten Arten wild lebender Tiere und Pflanzen ein sehr stabiles und festes. Wo es sich aber um sehr labile Formenverhältnisse handelt, wie sie sich bei den Kulturmenschen, bei den meisten Haustieren und Kulturrassen, bei Schwämmen und Foraminiferen finden, wo die geringfügigen Unterschiede, die der äußere Lebenslauf der einzelnen Individuen vom Stadium der Urkeimzellen an aufweist, genügen, um beträchtliche Formenunterschiede hervorzubringen, da kann es nicht so leicht zu einer Vererbung erworbener Eigenschaften kommen, weil Vater und Mutter eines Individuums verschiedene Lebensschicksale erleiden, und das Kind andere als der Vater, andere als die Mutter erfährt.

Alle diese Schlussfolgerungen ergeben sich mit zwingender Notwendigkeit aus der Gemmarienlehre. Wo also ist der „Widerspruch", der Herrn v. Lendenfeld in meiner Theorie enthalten zu sein „scheint"?

In dem Vorwort von „Gestaltung und Vererbung", das ich zu dem Zwecke, dass es gelesen werden möchte, geschrieben habe, steht der Satz: „Scheinbare Widersprüche und sich widersprechende Einzelheiten der Darstellung, die sich beseitigen lassen, aber von mir übersehen sind, werden in meinem Buche nicht fehlen. Für sie bitte ich den Leser um Nachsicht." Zum Niederschreiben dieses Passus bestimmte mich der Wunsch, dass meine Leser, vor allem aber meine Kritiker, sich Mühe geben möchten, darüber ins Klare zu kommen, welche wirklichen und welche nur scheinbaren Widersprüche in meiner Theorie enthalten sind. Ich halte es nicht für überflüssig, diesen Wunsch hier noch einmal auszusprechen, und ich gestatte mir auch, hier einen einschlägigen Satz eines andern Rezensenten anzuführen. In der „Aerztlichen Rundschau", III. Jahrgang, Nr. 47, heißt es auf Seite 742 in einer Besprechung von „Gestaltung und Vererbung": „Jeder Leser wird reiche Anregung aus dem Buche schöpfen, vorausgesetzt, dass er selbständig weiter zu denken versteht." Das ist eine Bedingung, die auch ich meinen Kritikern nicht erlassen kann.

Um aber trotzdem meine obigen, die Geschwindigkeit der Umbildung von Artschaften durch die Vererbung erworbener Eigenschaften betreffenden Ausführungen dem Verständnis möglichst nahe zu rücken, will ich sie durch einen Fall, der oft vorkommen muss, erläutern.

Bei uns Deutschen ist Myopie bekanntlich ein häufiges Uebel. Wir wollen annehmen, sie werde durch direkte Anpassung bei einem Manne und bei einem Weibe erworben und sei bei beiden zur Zeit der Pubertät vollkommen und zwar in annähernd gleichem Grade aus-

gebildet; wir wollen ferner annehmen, dass diese beiden Menschen später Kinder mit einander zeugen. Falls nun diese beiden Menschen, abgesehen von den primären und sekundären Geschlechtscharakteren, einander so ähnlich wären, wie es sogenannte identische Zwillinge in seltenen Fällen sind, so würde zu erwarten sein, dass ihre Nachkommen die Kurzsichtigkeit bis zu einem gewissen Grade erben würden, aber eben nur bis zu einem gewissen Grade — denn geringe körperliche Unterschiede zwischen den Eltern werden immer bestehen. Es dürften aber auch, falls die Kurzsichtigkeit bei den Kindern manifest werden soll, auf diese keine Einwirkungen stattfinden, die Weitsichtigkeit begünstigen. Der Myopie förderliche Beeinflussungen der Kinder könnten die ererbte Kurzsichtigkeit auch noch steigern, und falls diese Kinder als erwachsene mit anderen, ihnen fast absolut gleichenden, gleichfalls myopischen, Individuen Nachkommen einer dritten Generation erzeugten, bei denen wieder Gelegenheit zur weiteren Ausbildung der Kurzsichtigkeit gegeben wäre, falls der geschilderte Prozess immer unter denselben Bedingungen eine Reihe von Generationen hindurch fortgesetzt werden würde, so könnte endlich ein hochgradig myopisches Geschlecht auf dem Wege der Vererbung erworbener Eigenschaften zu Stande kommen. Aber die Bedingungen, unter denen solches geschehen könnte, sind noch in keinem einzigen Falle erfüllt worden und werden auch nie erfüllt werden. Es kommt häufig genug vor, dass beide Ehegatten kurzsichtig sind, selten, dass sie in gleichem Grade myopisch, nie, dass sie einander so ähnlich sind, wie es in vereinzelten Fällen bei „identischen Zwillingen“ statthat. Da nun die Unterschiede in den Eigenschaften erwachsener Individuen auf Unterschiede in den Gleichgewichtsverhältnissen der aus monotomem Plasma bestehenden Keimzellen, aus denen sich die Individuen entwickeln, zurückzuführen sind, und da die Unterschiede in den plasmatischen Gleichgewichtsverhältnissen der Keimzellen einer Generation auf die Keimzellen der nächsten Generation übertragen werden, so gelangen in der zweiten Generation zwei verschiedene plasmatische Gleichgewichtssysteme zur Einwirkung auf einander; ein neues Gleichgewichtssystem entsteht, und dass dieses immer oder auch nur in der Mehrzahl oder selbst der Hälfte der Fälle so beschaffen sein sollte, dass es wieder myopische Individuen bedingt, ist nach meiner Theorie mehr als fraglich. Denn es handelt sich in der Gemmarienlehre nicht um Keimzellen, in denen die späteren Organe des Körpers durch autonome, unabhängig von den übrigen variierende Determinanten oder Bestimmungsstücke vorgebildet sind, sondern um ein Keimplasma, das in allen seinen Regionen dieselbe Beschaffenheit zeigt, um einen monotonen Bildungsstoff, von welchem sämtliche Organe des Körpers abhängen. Wird dieses monotone Plasma dadurch, dass es die Einwirkungen eines andern ebenfalls monotonen Plasmas erfährt,

verändert, so müssen alle Organe des Körpers, der sich aus dem veränderten Keimplasma entwickelt, anders beschaffen sein, als bei jedem der beiden Erzeuger dieses Keimplasmas.

Damit ist Herrn von Lendenfeld's Einwand beseitigt. Ich werde aber allen denen zu Dank verpflichtet sein, die Einwände, mit denen ich nicht so leichtes Spiel haben werde wie mit diesem, gegen die Gemmarienlehre vorbringen werden; denn ich möchte meiner Theorie nur durch harten Kampf zum Siege verhelfen.

Ergebnisse vergleichend-physiologischer und anatomischer Untersuchungen über den Geruchs- und Geschmackssinn und ihre Organe.

Autoreferat[1]).

Von Dr. rer. nat. et med. **Wilibald A. Nagel**,
Assistent am physiologischen Institut in Tübingen.

I. Definitionen, dem allgemeinen Teile der Abhandlung entnommen.

1) Unter Sinnesthätigkeit ganz im allgemeinen verstehe ich das rasche Eintreten erster, primitiver Veränderungen im psychischen Zustande eines Wesens (= Empfindung) unter dem Einflusse einer auf den Körper des Wesens einwirkenden Kraft.

2) Die Irritabilität (Reizbarkeit) besteht darin, dass gewisse auf ein Wesen einwirkende Kräfte (Reize) in demselben Vorgänge physiologischer Art auslösen können, ohne dass dabei die Integrität des Körpers oder auch nur eines Teiles desselben gestört würde, indem durch bestimmte weitere (physiologische) Vorgänge der frühere Zustand alsbald wieder hergestellt werden kann.

Die Art des ausgelösten Vorganges (die Reaktion) ist in erster Linie bestimmt durch die Eigenschaften, die Struktur und chemische Zusammensetzung des gereizten und reagierenden Wesens, bezw. des gereizten und reagierenden Körperteiles, in zweiter Linie durch die Art des Reizes.

---

1) Die diesem Autoreferate zu grunde liegende Originalarbeit (gekrönte Preisschrift) befindet sich gegenwärtig (Juni 1894) noch im Drucke. Sie erscheint im Verlage von Erwin Naegele in Stuttgart als Heft 18 der Bibliotheca zoologica, herausgegeben von Leuckart und Chun unter dem Titel: Vergleichend-physiologische und anatomische Untersuchungen über den Geruchs- und Geschmackssinn und ihre Organe, mit einleitenden Betrachtungen aus der allgemeinen vergleichenden Sinnesphysiologie. Mit 117 teilweise farbigen Figuren auf 7 lithographischen Tafeln.

3) Die Sensibilität (Sinnesempfindlichkeit) ist die Eigenschaft, Sinnesthätigkeit ausüben zu können.

Im Gegensatz zur Irritabilität wird man von Sensibilität dann sprechen, wenn man annimmt, dass den durch den Reiz ausgelösten somatischen, physikalisch-chemischen Vorgängen psychische Parallelvorgänge, wenn auch niederster Stufe, entsprechen.

4) Die in der menschlichen Physiologie sich wenigstens mit ausreichender Schärfe von selbst ergebenden Abgrenzungen und Begriffe der Sinne verwischen sich bei niederen Tieren immer mehr. Es muss daher nach einem wissenschaftlich durchführbaren Prinzip zu ihrer Definition gesucht werden. Da sich die Empfindungsqualität der Sinnesempfindungen fremder Wesen unserer Kenntnis entzieht, kann auf sie eine Definition der Sinne, analog derjenigen, welche in der menschlichen Physiologie üblich ist, sich nicht gründen. Was uns zum Zwecke vergleichend-physiologischer Untersuchung der Sinne einzig dazu dienen kann, die Sinne zu unterscheiden und zu charakterisieren, das ist, nach der oben aufgestellten Definition der Sinnesthätigkeit, weder die Verschiedenheit der den einzelnen Sinnesreizen entsprechenden Vorgänge im psychischen Zustande, noch die Verschiedenheit der Sinnesorgane, durch welche der Reiz perzipiert wird, sondern die qualitative Verschiedenheit der Kräfte, welche die Aenderung des Zustandes bedingten (Definition der Sinne nach der Reizform).

5) Demnach unterscheide ich bei Tieren (insbesondere bei den sog. niederen Tieren) die Sinne nach der Reizform als mechanischen, chemischen, thermischen und photoskioptischen (vergl. Biol. Centralblatt, Bd. XIV, Nr. 11) Sinn. Diese Sinne stelle ich als die Primitivsinne denjenigen anderen Sinnen (abgeleiteten Sinnen) gegenüber, deren Thätigkeit schon die Existenz gewisser weiterer psychischer Fähigkeiten (Lokalisationsvermögen, Urteilsvermögen) notwendigerweise voraussetzt (Gesichtssinn, Tastsinn, Gleichgewichtssinn etc.).

Die Scheidung der Organe des mechanischen Sinnes in Tast-, Hör- und Gleichgewichtsorgane verwischt sich bei niederen Tieren (schon bei den Fischen) vielfach, bezüglich der Organe des chemischen Sinnes muss man schon bei manchen Landtieren, besonders aber bei den Wassertieren im Zweifel sein, ob sie sich in Geruchs- und Geschmacksorgane scheiden lassen, denn:

6) Es ist offenbar nicht zulässig, anzunehmen, dass die Wassertiere außer dem Geschmackssinne einen zweiten, in seinem inneren Wesen von jenem verschiedenen, chemischen Sinn, den Geruchssinn besitzen, solange nicht nachgewiesen ist, dass es eine Verbreitungsart der Riechstoffe im Wasser gibt, welche von derjenigen der Schmeckstoffe verschieden ist.

Dieser Nachweis ist nicht geliefert, vielmehr sprechen alle Erfahrungen und die Experimente dagegen. Bei den Landtieren ist es der Aggregatzustand der normalen Reizstoffe, welcher Geruch und Geschmack scheidet, indem man normalerweise nur flüchtige, gas- oder dampfförmige Stoffe riecht, nur flüssige oder verflüssigte feste Stoffe schmeckt. Beim Leben im Wasser fällt die Einwirkung gas- und dampfförmiger Stoffe weg, es ist daher auch kein Grund vorhanden, vom Geschmackssinne den Geruchssinn bei Wassertieren abzuspalten.

An die Stelle von Riechorganen treten bei Wassertieren häufig außerhalb des Mundes gelegene Schmeckorgane.

7) Die Bedeutung des chemischen Sinnes wechselt bei Wassertieren ebensosehr wie bei Lufttieren, ist aber bei ersteren im allgemeinen geringer als bei letzteren. Namentlich tritt an Stelle des oft fein entwickelten Riechens auf große Entfernung nicht ein entsprechendes Schmecken in die Ferne. Dagegen übernimmt der Geschmackssinn bei den Wassertieren diejenige Funktion des Geruchssinnes, welche ich als Riechtasten bezeichnet habe, d. h. das Beriechen in nächster Nähe: Die Schmeckorgane der Wassertiere werden nicht wie die der Lufttiere nur dann erregt, wenn sich Nahrung im Munde befindet, sondern unter Umständen schon vorher, so lange sich die Beute nahe dem Munde, aber noch außerhalb desselben befindet.

Dass das Schmecken in die Ferne nicht in der Weise möglich ist, wie das Riechen in die Ferne, rührt daher, dass die Wasserteilchen mit samt den in ihnen gelösten Stoffen sich viel schwerer und langsamer bewegen als Gasteilchen, sich somit weniger weit und weniger rasch ausbreiten.

Wassertiere, welche ihre Beute auf größere Entfernungen hin bemerken und verfolgen, thun dies daher stets mittels des Gesichtssinnes.

8) Die Organe, mittels deren die Sinnesreize wahrgenommen werden, sind nicht in allen Fällen „spezifische Sinnesorgane“.

Als spezifische Sinnesorgane bezeichnet man solche Apparate eines lebenden Wesens, wo mittels deren normalerweise von dem Wesen nur eine bestimmte Gattung derjenigen Reize wahrgenommen wird, welche für dasselbe überhaupt wahrnehmbar sind; oder mit anderen Worten: Apparate, welche nur einem der Sinne dienen, welche ein Wesen besitzt. Derjenige Reiz, welcher durch das Sinnesorgan normalerweise perzipiert wird, heißt sein adäquater oder homologer Reiz. Andere (inadäquate oder heterologe) Reize werden durch ein bestimmtes spezifisches Sinnesorgan entweder gar nicht perzipiert, oder wenn sie eine Empfindung erzeugen, ist es diejenige, welche der adäquate Reiz erzeugt haben würde. Der inadäquate Reiz wird also mittels des spezifischen Sinnesorganes nicht als das erkannt, was er ist, sondern falsch gedeutet.

Als Wechselsinnesorgane bezeichne ich solche Apparate eines lebenden Wesens, mittels deren von dem Wesen mehrere Gattungen von Reizen wahrgenommen werden können, oder mit anderen Worten: Apparate, die mehreren Sinnen gleichzeitig oder wechselsweise als Organ dienen können. Ein solches Sinnesorgan hat nicht eine, sondern mehrere adäquate Reizgattungen. Die Sinne, deren Organe in einem Wechselsinnesorgan vereinigt sind, sind naturgemäß immer solche, deren Funktionsbedingungen ähnliche sind. Damit, dass ein Organ normalerweise mehrerlei Sinnesreize, z. B. chemischen und thermischen Reiz, zur Wahrnehmung bringen kann, soll nicht gesagt sein, dass immer jedem Sinnesreize auch eine gesonderte Empfindungsqualität entsprechen müsse: Dies wird nur bei relativ hochentwickelten Wechselsinnesorganen (Insekten, Wirbeltiere) möglich sein; bei niederen Tieren wird häufig der Kreis der Empfindungen vereinfacht sein.

Als Universalsinnesorgane bezeichne ich diejenigen Apparate eines lebenden Wesens, mittels deren von dem Wesen sämtliche Gattungen von Reizen wahrgenommen werden, welche für dasselbe überhaupt normalerweise wahrnehmbar sind, oder mit anderen Worten: Apparate, die sämtlichen Sinnen, welche ein Wesen besitzt, als Organ dienen. Es gibt Wesen, welche, mit nur einerlei Sinnesorganen ausgestattet, gleichwohl verschiedene Sinne besitzen. Wenn auch eine gewisse Unterscheidungsfähigkeit für mehrere Reizarten zweifellos vorhanden ist, wird doch anzunehmen sein, dass die Zahl und Verschiedenheit der einzelnen Empfindungsqualitäten bei den mit Universalsinnesorgan ausgestatteten Tieren weit geringer ist, als bei Vorhandensein spezifischer Sinnesorgane. Ein Universalsinnesorgan ist immer zugleich ein Wechselsinnesorgan, da es wechselsweise als Organ verschiedener Sinne funktionieren kann.

Ein Universalsinnesorgan sehe ich in der reizaufnehmenden Oberfläche aller einzelligen Tiere, ferner im Ektoderm nervenloser Metazoen. Auch bei Tieren mit Nerven glaube ich es annehmen zu dürfen. Spezifische Sinnesorgane scheint es in allen Hauptstämmen der Metazoen zu geben, ebenso aber auch in allen Wechselsinnesorgane, wenn auch letztere hauptsächlich bei Wirbellosen vorkommen.

9) Eine Erscheinung, welche neben dem in jedem Augenblicke möglichen Funktionswechsel beim Individuum das System der Sinnesorgane niederer Tiere (besonders der Insekten) charakterisiert, ist der phylogenetische Funktionswechsel der Sinnesorgane. Die Hautsinnesorgane der Insekten z. B. sind sämtlich aus einem gemeinsamen Grundtypus, dem Sinneshaare, hervorgegangen, und zwar durch verhältnismäßig geringfügige Modifikationen im Bau. Daher haben sie sich von ihrem Grundtypus noch lange nicht so weit entfernt, wie die Wirbeltiersinnesorgane von dem ursprünglichen „universalen Sinnesorgane der Haut“ (Häckel). Aus diesem Grunde ist es bei ihnen

weit leichter als bei jenen möglich, dass eine Form in die andere phylogenetisch übergeht. Durch Vergleichung nahe verwandter Familien lassen sich oft Gruppen von Nervenendapparaten auffinden, welche einander bei den einzelnen Familien entschieden homolog sind, welche aber durch einen deutlichen Unterschied im Baue bekunden, dass die Funktion eine ungleiche ist. Ja selbst innerhalb einer Art, und selbst auf den symmetrisch gelegenen Punkten eines Tieres können sich (bei Insekten) Sinnesorgane von ungleichem Baue und sehr wahrscheinlich auch ungleicher Funktion vertreten.

Am häufigsten vertreten sich Riech- und Tastorgane, und Schmeck- und Tastorgane, doch dürften sich bei genauerer Nachforschung namentlich auch zwischen den verschiedenen Teilfunktionen des mechanischen Sinnes (Gehör- und Tastfunktion etc.) Uebergänge und gegenseitige Vertretung finden lassen. Bei den Mollusken scheint phylogenetische Stellvertretung zwischen Seh- und Tastorganen vorzukommen.

10) Mit der eben erwähnten Fähigkeit des phylogenetischen Funktionswechsels hängt es zusammen, dass, wie bei niederen Tieren die Sinnesorgane sich noch nicht einer bestimmten Funktion ausschließlich angepasst haben, so auch die Sinnesnerven nicht konstante Funktion erlangt haben. Es gibt keinen bestimmten Geschmacks-, Geruchs- oder Gehörsnerv bei irgend einer Klasse der Wirbellosen, sondern dem Bedürfnis der einzelnen Art entsprechend haben sich die indifferenten Wechselsinnesorgane der Haut an dieser oder jener Stelle in einer bestimmten zweckmäßigen Weise modifiziert, so dass nun eine bestimmte Funktion vorzugsweise oder ausschließlich durch sie ausgeübt wird.

11) Von denjenigen Sinnesorganen eines Tieres, welche man bei Reizversuchen als empfindlich für chemische Reize findet, sind nur diejenigen als wirkliche Geschmacks- oder Geruchsorgane zu bezeichnen, von denen es sich nachweisen oder wenigstens wahrscheinlich machen lässt, dass die Perzeption chemischer Reize ihr „Zweck", ihre Aufgabe oder ihre natürliche Funktion ist, mit anderen Worten, dass der chemische Reiz ihnen adäquat ist.

II. Ergebnisse des speziellen Teiles.

12) Der Geruchssinn der **Insekten** zeigt in den einzelnen Familien sehr wechselnde Ausbildung, ist bald sehr fein entwickelt, bald sehr stumpf, fehlt aber (mit Ausnahme der echten Wasserinsekten) nie ganz. Er hat in den meisten Fällen seinen Sitz in den Fühlern, seltener in den Tastern, in letzterem Falle dann meistens zum Beriechen aus nächster Nähe („Riechtasten") dienend. Insekten, welche auf große Entfernung hin bestimmte Gerüche wahrzunehmen vermögen, thun dies stets mittels der Fühler. Riechvermögen der Fühler und der Taster kommt häufig neben einander vor.

Nie hat der Geruchssinn seinen Sitz an den Stigmen, im Munde oder am Kopfe selbst.

13) In den Riech- und Schmeckwerkzeugen der Insekten lässt sich, in teleologischer Form ausgedrückt, folgendes Prinzip erkennen: Das von einer zarten chitinoiden Hülle nach außen abgeschlossene Nervenendorgan soll dem umgebenden Aufenthaltsmedium (Luft bezw. Wasser) möglichst zugänglich dargeboten werden, dabei aber gegen Beschädigung durch gröbere mechanische Einflüsse geschützt sein. Dies wird erreicht, indem das meist kegel- oder zapfenförmig gestaltete Haargebilde, welches die letzten Ausläufer des nervösen Endapparates enthält, entweder durch überragende starke Haare (Schutzborsten) oder durch Versenkung in eine Grube vor jeder Berührung mit festen Gegenständen geschützt ist. Besonders regelmäßig ist eine oder beide Arten des Schutzes bei den Riechorganen zu finden, bei den Schmeckorganen kommen Schutzborsten nicht vor.

Die Schutzborsten sind zuweilen zugleich Organe des mechanischen Sinnes.

14) Die Riech- und Schmeckorgane der Insekten sind weder morphologisch noch physiologisch scharf von einander geschieden. Es gibt Organe, welche wechselsweise bald zum Riechen, bald zum Schmecken dienen. Im Baue zeigen Riech- und Schmeckwerkzeuge keine prinzipiellen Verschiedenheiten: beide sind modifizierte Haare (Kräpelin, Forel), deren Charakteristikum in der stark verdünnten Chitinwand und in der gegen grobe mechanische Einflüsse geschützten Lage besteht. Die Unterscheidung zwischen Riech- und Schmeckorganen ist (bei Insekten) oft nur durch die Lage im Körper möglich, indem Riechorgane im allgemeinen nicht mit der Nahrung in Berührung gebracht zu werden pflegen, und andrerseits Organe, welche an den frei in die Luft ragenden Fühlern sitzen, keine Schmeckorgane sein können. Doch gibt es schwer zu beurteilende Ausnahmsfälle, wo Nervenendapparate als Wechselsinnesorgane des Geruches und des Geschmackes funktionieren.

Im allgemeinen pflegt das eigentliche Haargebilde bei Geschmacksorganen eine kürzere, gedrungene Gestalt zu besitzen, als beim Riechorgane, auch der mechanischen Berührung nicht ganz entzogen zu sein. Dem entsprechend erreicht seine Chitinhülle häufig nicht diejenige Zartheit, wie bei den meisten Riechorganen, und der „Geschmackskegel“ pflegt aus seiner Grube ein wenig hervorzuragen.

Sehr häufig beobachtet man, dass die Basis der Geschmackskegel von einer ringförmigen Zone gelben oder dunkelbraunen Chitins umgeben ist, welche sich gegen das meist glashelle Chitin der Umgebung scharf abhebt. Bei Riechorganen habe ich ähnliches nicht gesehen,

bei Tasthaaren nur, wenn sie in der Nachbarschaft einer Gruppe von Geschmackskegeln stehen, somit wahrscheinlich durch „phylogenetischen Funktionswechsel" mit diesen zusammenhängen.

15) Die Angaben zahlreicher Autoren, bei den Riech- und Schmeckorganen der Arthropoden müsse die Chitinhülle stets durchbrochen sein, und das perzipierende Nervenendorgan frei zu Tage liegen, ist nicht zutreffend. Diese Annahme beruht auf falschen physikalischen Voraussetzungen und unrichtig gedeuteten morphologischen Befunden.

Ich finde (mit Forel) die Riech- und Schmeckorgane stets von einer chitinoiden Schicht nach außen begrenzt, welche kontinuierlich in die plasmatischen Teile übergeht. Die Schicht ist folglich keine ablösbare Membran und insofern haben jene Autoren Recht, welche das Vorhandensein einer Deckmembran leugnen; die zarte chitinoide Schicht ist aber auch stets eine direkte Fortsetzung des Chitins in der Umgebung der Sinneshaare, und sie verhält sich Reagentien gegenüber anders als das Protoplasma der Weichteile.

16) Ich kann (mit Wasmann) der Ansicht Plateau's nicht zustimmen, nach welcher die Taster der kauenden Arthropoden rudimentäre Organe und für die Tiere nutzlos sein sollen. Die Taster sind mächtige Organe, oft wichtiger als die Fühler. Dass viele Insekten ohne sie weiterleben können, ist kein Gegenbeweis.

Außer der zuweilen zweifellos vorhandenen mechanischen Bedeutung (zur Beihilfe bei der Nahrungsaufnahme) haben die Taster die Funktion von Organen des mechanischen, häufig auch des chemischen und thermischen Sinnes, sie (bezw. die auf ihnen befindlichen Nervenendapparate) können mit anderen Worten Riech- oder Schmeckwerkzeuge oder Wechselsinnesorgane des Riechens und Schmeckens sein. Wichtige Tastorgane sind sie fast stets.

17) Bei manchen Insekten ergibt das Experiment geringe Geruchsschärfe, während nach der Lebensweise des Tieres die Existenz eines feinen Riechvermögens anzunehmen ist. Die Ursache ist häufig die, dass das Riechvermögen des ruhig sitzenden Tieres stumpfer ist, als dasjenige des laufenden oder fliegenden Insektes, welch letzteres experimenteller Prüfung immer weniger leicht zu unterziehen ist, als das ruhig sitzende Tier.

Während des Fluges oder Laufes sind die Bedingungen für Kontakt der Riechorgane mit der riechstoffhaltigen Luft günstiger, als in der Ruhe. Dies ist besonders bei solchen Insekten zu erwarten, deren Riechorgane in Gruben der (aktiv nicht oder nur wenig beweglichen) Fühler liegen. In der That haben gerade diejenigen Tiere, bei welchen dies zutrifft (Lepidopteren, Musciden), in auffallender Weise im Fliegen feineren Geruchssinn als in der Ruhe. Häufig haben diese Tiere da-

neben in ausgeprägtem Maße das Vermögen des Riechtastens, welches mittels der Taster oder Rüssel erfolgt, und in der Ruhe ihnen wenigstens das Beriechen sehr naher Gegenstände gestattet.

Andere Insekten vermögen durch aktive Bewegung ihrer Riechorgane (Fühler)-die günstigen Bedingungen für das Riechen herzustellen, und hiermit die allen Insekten abgehende aktive Luftzufuhr zu den Riechorganen durch die Respirationsapparate zu ersetzen (Ichneumoniden, Pompiliden, Lamellicornier etc.).

18) Bei Insekten (wie bei vielen anderen wirbellosen Tieren kann man unterscheiden zwischen inneren und äußeren Schmeckorganen, von denen die ersteren innerhalb, die letzteren außerhalb der Mundhöhle liegen; doch sind nicht bei allen Familien beide Formen aufzufinden. Innere Geschmacksorgane finden sich besonders am Gaumen (= ventrale Fläche der Oberlippe), oft in großer Zahl, nächstdem an der Basis der Zunge oder Unterlippe. Aeußere Schmeckorgane kommen an fast allen Mundteilen vor (Maxillen, Taster, Unterlippe, Nebenzungen.

Bei kauenden Insekten überwiegen die inneren, bei saugenden die äußeren Geschmacksorgane, bei leckenden finden sich meist beide gut entwickelt. Dies steht, wie ich glaube, im Zusammenhang damit, dass bei saugenden und leckenden Insekten die Nahrung schon in flüssigem, also schmeckbarem Zustande die Mundteile berührt, bei kauenden aber die Nahrung erst zerkleinert werden muss, und demnach erst im Munde zur Wirkung auf die Geschmacksorgane kommen kann.

Erklärlicherweise stehen von den Wasserinsekten auch die kauenden den übrigen leckenden und saugenden Insekten in diesem Punkte nahe, weil bei ihnen die äußeren Schmeckorgane den Dienst der fehlenden Riechorgane mit zu übernehmen haben.

19) Die Vergleichung der Hautsinnesorgane der Wasser- und der Luftinsekten ergibt folgendes: Die Hautsinnesorgane beider sind im allgemeinen nach dem gleichen Plane gebaut. Den Wasserinsekten fehlen aber alle Organe vom Baue typischer Riechorgane. Eine Ausnahme machen einige amphibische Insekten, welche Riechorgane an den Fühlern besitzen, die sie jedoch im Wasser nicht benützen (*Hydrophilus*).

Die Hautsinnesorgane an Fühlern und Mundteilen der Wasserinsekten sind weniger den Organen an den Fühlern der Luftinsekten ähnlich, als den im Munde, an den Tastern und Kiefern der letzteren befindlichen Organ. Vor allem sind die bei Luftinsekten so zahlreichen Fühlhaare bei Wasserinsekten weit seltener; an ihre Stelle treten kurze gedrungene Kegel oder Zapfen. Manchen Wasserinsekten eigentümlich sind die (nicht häufigen) platten, ruderförmigen, sowie ganz dünne und lange, fadenförmige Haarbildungen. Einzelne Organ-

formen kommen Wasser- wie Luftinsekten in gleicher Weise zu, so die in ihrer Funktion rätselhaften „Gruben ohne Kegel", alle Geschmacksorgane und die eigentlichen Tastorgane der Tasterspitzen.

20) Zwischen den Hautsinnesorganen der *Imago* und der zugehörigen Larve lassen sich gewisse Unterschiede konstatieren, welche sich jedoch nur auf die Insekten mit vollkommener Verwandlung beziehen.

Die Hautsinnesorgane der Larven sind weit spärlicher als die jenigen der Imagines. Sie sind im Gegensatze zu diesen an Fühlern und Tastern ganz überwiegend an deren Spitzen zu finden. Unterhalb der Fühler- und Tasterspitzen stehen entweder gar keine Sinnesorgane, oder spärliche Fühlhaare.

Die Geruchsorgane der Larven haben in sehr vielen Fällen eine ganz charakteristische Gestaltung, durch welche sie fast mit Sicherheit als Larvensinnesorgane zu erkennen sind; dieselben lassen sich jedoch in Kürze und ohne Abbildungen nicht wohl beschreiben.

21) Vergleicht man die Hautsinnesorgane, speziell die Riechorgane verschieden großer Arten einer Insektenfamilie, so lässt sich häufig beobachten, dass mit der Größe des Tieres nicht entsprechend die Größe der einzelnen Nervenendorgane wechselt, sondern deren Zahl. Wenn z. B. eine große Schlupfwespe auf jedem Fühlergliede etwa 50 Porenplatten hat, besitzt eine 10mal kleinere Art nicht etwa 50 Porenplatten, die 10mal kleiner sind, als die der großen Art, sondern etwa 5—8 Porenplatten, die wenig kleiner sind als jene.

22) Den von mir untersuchten **Spinnen** (*Meta*, *Tegenaria*, *Epeira*) scheint jegliches feinere Riechvermögen zu fehlen. Auch habe ich bei ihnen keine als Riechorgane zu deutenden Nervenendapparate gefunden.

Die Geschmacksorgane und den Geschmackssinn habe ich nicht untersucht.

Die **Tausendfüsse** besitzen Riechorgane an den Fühlern, welche denjenigen der Insekten ähnlich sind, mutmaßliche Geschmacksorgane an der Unterlippe und den Maxillen.

23) Bei den **Crustaceen** sind innere Geschmacksorgane nicht bekannt und auch von mir vergeblich gesucht worden. Das Experiment macht jedoch die Annahme solcher wenigstens bei den Dekapoden notwendig.

Der Geruchssinn fehlt den Wassercrustaceen vollständig; auch die von mir untersuchten Landasseln zeigen keine Spur von Riechvermögen. Auch tragen ihre Fühler und Taster keinerlei Organe, die als Riechwerkzeuge erscheinen könnten.

24) Die Leydig'schen blassen Kolben und Cylinder der Wassercrustaceenfühler dürfen mit Bestimmtheit als Organe des chemischen Sinnes gelten, sind aber wahrscheinlich auch Wechselsinnes-

organe anderer Sinne. Sie sind bisher als Riechorgane bezeichnet worden, ich betrachte sie (mit Jourdan) als äußere Schmeckorgane. Sie sind bei pigmentlosen Dunkelformen weit stärker entwickelt, als bei den im hellen Lichte lebenden Arten; dem entsprechend sind die ersteren gegen chemische Reizung viel empfindlicher (*Asellus cavaticus*, *Niphargus*).

Bei parasitisch lebenden Formen *(Cymothoa)* fehlen die blassen Kolben, ebenso allen auf dem Lande lebenden Amphipoden und Isopoden.

25) Es fehlt gänzlich an wissenschaftlich giltigen Beweisen für die Annahme, dass Krebse (und überhaupt irgendwelche echte Wassertiere) weithin zu riechen oder zu schmecken vermögen, dass sie den Köder, ihre Nahrung, oder das andere Geschlecht weithin wittern. Wie bei anderen Wassertieren ist bei Krebsen der chemische Sinn, und zwar in Form des Geschmackssinnes, nur auf verhältnismäßig kleine Entfernungen (einige Centimeter) hin wirksam.

Vielleicht liegt die Bedeutung des chemischen Sinnes der Crustaceen besonders nach der sexuellen Seite hin.

26) Die **Mollusken** haben so wenig wie die Arthropoden und anderen Wirbellosen bestimmte konstante Riech- und Schmecknerven, sondern aus den indifferenten Hautsinnesorganen heraus können sich an verschiedenen geeigneten Stellen Riech- oder Schmeckorgane bilden, welche daneben meist als Wechselsinnesorgane auch noch im Dienste anderer Sinne (vielleicht sämtlicher 4 Primitivsinne) funktionieren können. Die chemischen Sinnesorgane der einen Molluskenart brauchen daher nicht Homologa derjenigen aller anderen Mollusken zu sein.

27) Dass die gesamte Haut der Mollusken ein chemisches Sinnesorgan, bei Landmollusken ein Riechorgan, bei Wassermollusken ein Schmeckorgan sei, ist für die Mehrzahl aller Mollusken nicht zutreffend. Vielmehr ist (in allen von mir untersuchten Fällen) die chemische Sinnesthätigkeit auf bestimmte Gegenden lokalisiert, welche aber in den wenigsten Fällen leicht abgrenzbare und morphologisch wohl charakterisierte Sinnesorgane darstellen dürften, sondern an welchen nur die allgemeinen Hautsinnesorgane gewisse, noch nicht im einzelnen anzugebende, Modifikationen erfahren, welche sie zur chemischen Sinnesthätigkeit geeignet machen.

28) Die **Wasserschnecken** haben keine Riechorgane; das sog. Lacaze-Duthiers'sche Organ an der Atemöffnung, sowie dessen Homologon bei Lamellibranchiaten, Heteropoden und anderen Mollusken (Spengel'sches Organ) hat mit dem Riechen, überhaupt mit dem chemischen Sinne, nichts zu thun.

29) In Beziehung auf die Empfindlichkeit der Haut besteht ein Unterschied zwischen den von mir untersuchten Süßwasser- und Meeresschnecken. Bei letzteren ist häufig die Empfindlichkeit

gegen leichteste chemische Reize in einem gewissen geringen Grade über die ganze Haut verbreitet; die eigentlichen chemischen Sinnesorgane heben sich dann nur durch gesteigerte Empfindlichkeit und namentlich eine raschere energische Art des Reagirens hervor.

Süßwasserschnecken haben eine gegen die gleichen Reize viel unempfindlichere Haut, die chemische Reizbarkeit ist daher bei ihnen schärfer lokalisiert, als bei Meeresschnecken. Am empfindlichsten sind fast stets die Fühler (wo vier vorhanden sind, beide Paare), die Umgebung des Mundes, die Mundlappen oder Lippen. Auch die Kiemen pflegen etwas gesteigerte Empfindlichkeit zu besitzen.

Die Feinheit des chemischen Sinnes ist in manchen Fällen eine hochgradige.

30) Für die Riechorgane der **Landschnecken** halte ich beide Fühlerpaare, und zwar vorzugsweise deren Endanschwellungen. Ein deutliches Riechvermögen besitzt aber auch die Vorderfläche des Kopfes, besonders die Mundgegend. Eben diese Stelle (mit Einschluss der Mundhöhle [Geschmackshöhle Simroth]) ist auch zugleich Sitz des Schmeckvermögens.

31) Von **Heteropoden** habe ich *Carinaria mediterranea* untersucht. Sie besitzt Schmeckvermögen im oder am Munde, dasselbe fehlt dagegen am übrigen Körper. Die als Geruchsorgan bezeichnete Wimpergrube kann ich wegen ihrer für ein solches höchst ungünstigen Lage und ihrer Unempfindlichkeit für chemische Reize nicht für ein Organ des chemischen Sinnes halten.

32) Von den **Lamellibranchiaten** zeigen die lebhaft sich bewegenden Arten eine verbreitete und hochgradige Empfindlichkeit für die leichtesten chemischen Reize, sodass man von Schmeckvermögen der betreffenden Teile (Siphonen, Mantelrand, Fuß) sprechen könnte. Die Bedeutung dieses Schmeckvermögens ist unklar. Vielleicht ist die chemische Reizbarkeit eine unwesentliche Eigenschaft der betreffenden Teile, welche zugleich für mechanische und Lichtreize sehr empfindlich sind. Eigentliche lokalisierte Schmeckorgane scheint es bei den meisten Muscheln nicht zu geben. Nur bei einzelnen Muscheln, deren Mantelrand und Sipho von derber Beschaffenheit ist, beschränkt sich die Empfindlichkeit vorzugsweise auf die äußeren Siphomündungen, vielleicht auf die hier befindlichen innervierten Papillen.

33) Bei einem Vertreter der **Tunicaten**, *Ciona intestinalis*, beobachtete ich vollkommene Unempfindlichkeit gegen mäßig starke chemische Reize sowohl an der ganzen Außenfläche, wie auch speziell an den Ein- und Ausfuhröffnungen des Verdauungs- und Atmungsapparates. Diesem Tiere und wahrscheinlich den meisten festsitzenden Ascidien fehlt somit der chemische Sinn gänzlich.

34) Von **Würmern** habe ich verschiedene **Anneliden** eingehend untersucht. Die zu den Versuchen verwendeten Hirudineen zeigten sich an der ganzen Körperoberfläche für chemische Reize sehr empfindlich, mit Steigerung der Sensibilität gegen den Kopf hin. Die ganze Haut reagiert auf leichte Reize, wie Chinin und Saccharin energisch und durch lokale Kontraktion der Ring- und Längsmuskeln.

Eine Verwertung des Schmeckvermögens der Haut durch das Tier ist nicht bekannt.

Der Regenwurm ist noch empfindlicher, und (wie auch aus dem Wasser genommene Hirudineen) auch durch Gerüche reizbar. Es findet eine bedeutende Steigerung der Empfindlichkeit am Vorder- wie am Hinterende statt. Die Art der Reaktion ist ähnlich derjenigen der Hirudineen (und vieler anderen Anneliden), d. h. sie ist zunächst eine lokale, welche aber von Allgemeinreaktion gefolgt sein kann.

35) Die ganze Haut des Regenwurms und der Egel ist auch für mechanische und thermische, die des Regenwurms auch für Lichtreiz empfindlich. Ich halte die Hautsinnesorgane dieser Würmer daher für Wechselsinnesorgane.

36) Die als Riechorgane gedeuteten Wimpergruben mancher Würmer scheinen dem chemischen Sinne nicht zu dienen. Nahrungssuche mittels des chemischen Sinnes kommt bei Würmern kaum vor, dagegen ist manchen Arten eine Prüfung der Nahrung während der Aufnahme derselben möglich.

37) Von **Echinodermen** habe ich **Seesterne** und **Holothurien** untersucht. Die letzteren fand ich gegen chemische Reize sehr unempfindlich und bemerkte keinerlei Aeußerungen des Geschmackssinnes. Dagegen besitzen die Seesterne ein ausgeprägtes Schmeckvermögen, welches in den Ambulacralfüßchen lokalisiert ist. Bei den untersuchten Arten waren die sog. Tastfüßchen empfindlicher als die Saugfüßchen, doch gaben auch letztere deutliche Zeichen von Schmeckvermögen. Die in ihnen sich findenden Nervenendapparate sind Wechselsinnesorgane des chemischen und mechanischen Sinnes.

38) Von **Coelenteraten** habe ich Vertreter der Actinien, Ctenophoren und der craspedoten Medusen untersucht.

Die **Actinien** besitzen einen feinen Geschmackssinn, der ihnen das Erkennen der Nahrung ermöglicht und sehr feine Unterscheidungen gestattet. Wechselsinnesorgane dieses und der anderen Primitivsinne sind die Tentakel; alle übrigen Teile der Haut, einschließlich der Umgebung des Mundes, entbehren bei den von mir untersuchten Arten durchaus des Schmeckvermögens und sind selbst für stärkere chemische Reize unempfänglich.

39) Die **Rippenqualle** *Beroë ovata* besitzt ein gewisses, wenig entwickeltes Schmeckvermögen in ihrer ganzen Haut, ein empfind-

liches Schmeckorgan in dem Eimer'schen Sinnesorgan am Mundrande. Dieses, wie die ganze Haut, ist auch für mechanische und thermische Reize empfänglich.

Die sogenannten „Geruchsplatten" am aboralen Pole von Beroë haben mit dem chemischen Sinne nichts zu thun, weder mit dem Geruch noch mit dem Geschmack, sind dagegen für mechanischen Reiz äußerst empfindlich.

40) Von **Medusen** untersuchte ich nur die Geryonide *Carmarina hastata* näher, deren gesamte Haut, einschließlich der Subumbrella und des Magenstieles für Geschmacksreize gänzlich unempfindlich ist. Hochgradige chemische Reizbarkeit ist dagegen an den sechs langen Randfäden zu beobachten, welche unter dem Einflusse eines Geschmacksreizes zuerst lokal sich kontrahieren, und dann eine Gesamtreaktion des Tieres auslösen.

Für mechanische Reize ist außer den genannten Fäden die Subumbrella und der Magenstiel empfindlich, während an der Umbrella und dem Velum auch diese Reizart wirkungslos ist.

---

41) **Fische** und **Wasseramphibien** haben keinen Geruchssinn. Ueber die Funktion ihres ersten Hirnnerven und seines Endorganes ist nichts bekannt, wahrscheinlich dient er irgend einer unbekannten Teilfunktion des chemischen Sinnes. Wie bei den Krebsen fehlt auch bei den Fischen der wissenschaftlich giltige Nachweis dafür, dass sie Nahrung auf große Entfernung hin zu wittern vermögen. Durchschneidung der beiden Nervi „olfactorii" bei Teleostiern hindert dieselben nicht am Erkennen der Nahrung, macht überhaupt keine merkbaren Störungen.

Bei der Nahrungsaufnahme lassen sich die Teleostier fast ausschließlich vom Gesichtssinne leiten. Der Geschmackssinn hat seinen Sitz hauptsächlich innerhalb des Mundes, und ist ziemlich gut entwickelt. Schmeckvermögen der Lippen und Bartfäden ist zweifelhaft.

42) Die Seitenorgane der Fische und Amphibien haben mit dem chemischen Sinne nichts zu thun.

Die Haut der von mir untersuchten Süßwasserfische entbehrt jegliches Schmeckvermögens, ebenso die mancher Meerfische (*Uranoscopus*). Bei einigen Teleostiern aber (*Lophius*), und den Katzen- und Hundshaien ist die Haut für chemische Reize selbst geringster Intensität (Vanillin, Chinin) hochgradig empfindlich, und zwar in ihrer ganzen Ausdehnung. Ein Wahrnehmen des Geschmackes der Nahrung durch die Haut ist jedoch nicht nachgewiesen.

43) Den Amphibien fehlt ein Schmeckvermögen der Haut nahezu vollständig.

R. Gottlieb, Beiträge zur Physiologie und Pharmakologie der Pankreassekretion.

Aus dem pharmakologischen Institut zu Heidelberg. — Archiv f. experiment. Pathologie und Pharmakologie, Bd. 33, S. 261 ff

Während von den früheren Autoren die Pankreassekretion meist an permanenten Fisteln studiert wurde, die an Hunden angelegt waren, und nur zum Studium an temporären Fisteln das Kaninchen benutzt wurde, wählte sich Verf. zu seinen Beobachtungen an permanenten Fisteln das Kaninchen. So gelang ihm nach vorgenommenen Bauchschnitt eine sehr enge Kanüle in den Ausführungsgang der Drüse einzubinden und eine eventuell eintretende Stockung im Ausfluss, wie sie leicht durch Verlagerung der Kanüle und Abknickung des Ganges bewirkt werden kann, durch feste Fixierung der Kanüle und durch eine tiefe Narkotisierung des Tieres zu verhindern. Zur Narkose verwandte Verf. Urethan, seltener Chloralhydrat. Die Kanüle wurde durch einen kurzen Gummischlauch mit einem dünnen, mit einer Einteilung versehenen Glasröhrchen verbunden und in diesem das allmähliche Vorrücken des Sekretes beobachtet und somit die Ausflussgeschwindigkeit gemessen.

Ein von der Nahrungsaufnahme abhängiges Schwanken in der Sekretion, wie es beim Hunde beobachtet wird, besteht beim Kaninchen nicht; hingegen steigt und sinkt die Ausflussgeschwindigkeit mit der Atmung infolge der durch das Herabsteigen des Zwerchfelles bewirkten Druckveränderungen in der Bauchhöhle. Doch wirken diese Schwankungen in der Sekretion nicht störend auf die Beobachtung, wenn man dieselbe auf etwas längere Zeit ausdehnt.

Für das normale Tier ergab sich eine Sekretionsgeschwindigkeit von etwa 0,5—0,6 ccm pro Stunde. Der Gehalt an festen Bestandteilen im Sekret ist weit geringer, als beim Hunde; für die Trockensubstanz erhielt Verf. Werte zwischen 1,17—2,56%, aber ziemlich erhebliche Unterschiede.

Schon durch frühere Autoren, besonders durch Heidenhain[1], war es bekannt, dass die Pankreassekretion von der Gefäßweite abhängig sei; bei Kontraktion der Gefäße wird die Sekretionsgeschwindigkeit vermindert, bei Abnahme des Gefäßtonus wieder vermehrt. — Verf. konnte nun diese Abhängigkeit durch pharmakologische Beeinflussung der Gefäßweite experimentell erreichen. Subkutane Injektion von 1 mg Strychnin. nitric. innerhalb 12 Minuten bewirkte bei einem Steigen des Blutdruckes von 96 auf 100 mm Quecksilber ein Absinken der Sekretionsgeschwindigkeit von 0,026 ccm auf 0,004 ccm pro 5 Minuten. Wurde jedoch der Krampf der Abdominalgefäße durch Chloral-

1) Heidenhain, Beiträge zur Kenntnis des Pankreas. Pflüger's Archiv, Bd. X, S. 610.

hydrat (2 g subkutan) gelöst, so stieg die Sekretion schnell bis auf 0,09 ccm, während der Blutdruck bis auf 10 mm Quecksilber herabsank, also unter den Absonderungsdruck des Pankreassekretes, der nach Heidenhain 16—17 mm Quecksilber beträgt. — Ebenfalls als eine durch Krampf der Abdominalgefäße bedingte Erscheinung fasst es Verf. auf, wenn er, wie es Bernstein[1]) am Hunde nachgewiesen hatte, nachdem der Vagus durchschnitten, durch vorübergehende Reizung des zentralen Vagusstumpfes Sistierung der Sekretion bewirkte. Dass dem jedesmaligen Stillstand bald nach aufgehobener Reizung eine Beschleunigung der Sekretion folgt, die häufig noch über den ursprünglichen Normalwert hinausgeht, erklärt Verf. aus der der plötzlichen Gefäßverengerung folgenden gesteigerten Dehnbarkeit der Gefäßwände.

Von Drüsengiften untersuchte Verf. den Einfluss von Atropin, Pilokarpin und Physostigmin auf die Pankreassekretion. Pilokarpin und Physostigmin, subkutan injiziert, bewirken beide eine geringe, kurzdauernde und vorübergehende Steigerung der Sekretmenge, verbunden mit einer Zunahme des Trockengehaltes und der Gerinnbarkeit des Sekretes. Jedoch bleibt die Einwirkung des Pilokarpins auf die Pankreassekretion weit hinter der auf den Speichelfluss zurück. In Analogie mit dem Verhalten dieser Stoffe auf die Speichelsekretion wird man wohl auch bei dieser Wirkung auf die Bauchspeicheldrüse eine direkte Wirkung auf die Drüsenelemente selbst annehmen dürfen. — Atropin, subkutan oder intravenös appliziert, bleibt ohne Einfluss auf die Sekretion.

Des Weiteren zog Verf. die Einwirkung reizender Substanzen, welche er dem Magen — bezw. Darminhalte zusetzte, auf die Pankreassekretion in den Kreis seiner Untersuchungen. Ein Tropfen Senföl in einer Emulsion von 20 ccm Wasser und etwas kohlensaurem Natron mittels Schlundsonde einem Kaninchen in den Magen gebracht, bewirkt nach 10—15 Minuten deutliche Zunahme der Sekretionsgeschwindigkeit bis zum Sechsfachen der normalen Größe. Ebenso wirkt die Injektion einer geringen Menge Senföl ($^1/_2$ Tropfen auf 4 ccm Wasser mit 1 Tropfen Na_2CO_3) in eine Duodenalschlinge. — Auch bei Anwendung anderer, lokal reizender Mittel auf die Darmschleimhaut erhält Verf. den gleichen Effekt. Wenige Kubikzentimeter einer verdünnten Säure oder Alkali in eine Duodenalschlinge eingebracht wirkten in gleicher Weise sekretionsbefördernd wie das Senföl. Hingegen blieben Injektionen von Kochsalz und Glaubersalz, welche auch die Schleimhaut weit weniger reizen, ohne alle Wirkung. Das infolge der Reizung vermehrt ausgeschiedene Sekret war von normaler Beschaffenheit, nur bei kolossal gesteigerter Sekretion nimmt die Menge des Wassers gegen-

1) Bernstein, Zur Physiologie der Bauchspeichelabsonderung. Arbeiten aus der phys. Anstalt zu Leipzig, 1870.

über der der festen Substanzen etwas zu. Doch lässt sich dies wohl dadurch erklären, dass bei der Kleinheit der Drüse der Vorrat an Absonderungsmaterial bei starker Reizung bald erschöpft sein muss und dann die Neubildung desselben aus dem Protoplasma nicht gleichen Schritt halten kann mit der Steigerung des Wasserstromes. Indessen sinkt der Gehalt an Trockensubstanz auch bei stärkster Sekretion niemals unter die Norm. — Es kam nun dem Verf. darauf an, nachzuweisen, von welchen Teilen des Darmkanales aus die reflektorische Wirkung der chemischen Reize besonders hervortritt. Man vermutete schon lange, dass sensible Reize, wie sie z. B. die Magen- und Darmcontenta auf den Verdauungstraktus ausübten, reflektorisch auf die Bauchspeichelabsonderung wirkten. Auch die Abhängigkeit der letzteren von der Nahrungsaufnahme, wie sie Bernstein und Heidenhain beim Hunde konstatiert haben, spricht für einen derartigen Vorgang. Verf. verhinderte daher durch eine nicht zu fest gelegte Ligatur den Uebertritt des Mageninhaltes in das Duodenum und brachte alsdann Senföl mittels Schlundsonde in den Magen. Bei diesem Versuche zeigte sich, dass auch die dreifache Menge einer reizenden Substanz nach ihrer Verteilung im Mageninhalte nur sehr geringe Zunahme der Sekretion bewirkte, während ein Tropfen derselben Substanz bei freiem Durchgange in das Duodenum sicher Sekretionssteigerung herbeiführte. Demnach scheint beim Kaninchen die Pankreassekretion von der Reizung der der Drüse zunächst gelegenen Darmabschnitte, der Duodenalschlingen, abzuhängen, während die Magenschleimhaut nur weit geringere Bedeutung für diesen Vorgang hat.

Ganz ähnliche Sekretionssteigerung bewirkte das Einbringen von Senfpulver und von Pfeffer in den Magen, bezw. das Duodenum. Es scheinen demnach die scharfen Gewürze auf diesem Wege durch die lokale Reizung der Magen- und Darmschleimhaut und reflektorische Erregung der Pankreassekretion ihren Einfluss auf den Verdauungsvorgang auszuüben. Es ist dies um so interessanter, als bis vor kurzem gar keine Wirkung dieser Stoffe experimentell festgestellt war, welche ihre empirisch längst gefundenen verdauungsfördernden Eigenschaften hätten erklären können. — Daran anknüpfende Versuche mit Bitterstoffen. — Verf. verwandte Extr. Quassiae spirit. (Merck). —, welche ja ebenfalls auf Appetit und Verdauung anregend wirken, ließen jedoch keine Beeinflussung der Pankreassekretion durch diese Stoffe erkennen.

H. Klonka (Breslau).

Die biologische Süßwasserstation der Universität von Illinois.

Mitteilung von Dr. **Otto Zacharias** (Plön).

Wie sich die Leser des „Biol. Centralblattes" erinnern werden, habe ich vor einiger Zeit (Bd. XIV, Nr. 8) über die Begründung einer lakustrischen Beobachtungsstation am Gullsee (Minnesota) berichtet, um damit zu konstatieren, dass das Interesse an der Erforschung der Flora und Fauna des Süßwassers auch drüben in Amerika rege geworden ist.

Neuerdings macht uns nun ein Zirkular der Universität von Illinois mit der weiteren erfreulichen Thatsache bekannt, dass eine demselben Zwecke dienende Station vor Kurzem auch zu Havana (Illinois) ins Leben getreten ist. Dieselbe wurde auf Beschluss der Vertrauensmänner der Universität von Illinois errichtet und steht unter Leitung des bekannten Zoologen Prof. S. A. Forbes, der in dieser Thätigkeit von einem Assistenten (Mr. Frank Smith) unterstützt wird. Außerdem gehören auch noch Frau Smith und Herr Adolf Hempel zu den Angestellten des neuen Instituts, denen ein erfahrener Fischer als Gehilfe zur Hand geht.

Die Räumlichkeiten der Havana-Station sind mit einer Wasserleitung und mit elektrischer Beleuchtung versehen. Die übrige Ausrüstung besteht aus vorzüglichen Mikroskopen (first class microscopes), Mikrotomen und allen erforderlichen Reagentien, sowie aus einer kleinen Bibliothek. Im Ganzen sind 5 Arbeitsplätze vorhanden, die aber nach Bedürfnis vermehrt werden können.

Behufs Ausführung größerer Exkursionen verfügt die Station über ein Kajüten-Boot, welches auf dem Quiver Lake — einer langgestreckten Bucht des Illinoisflusses — stets zur Benützung bereit liegt. Dieses Boot ist mit Dredschen, Oberflächennetzen und Apparaten zur Planktonfischerei ausgestattet. Auch sind in demselben einige Aquarien und eine Anzahl Zuchtbehälter für Wasserinsekten aufgestellt. Die Größe des Fahrzeuges ist so bemessen, dass 4 Personen darin sich wohnlich einrichten können und auch Schlafgelegenheit haben. Eine gut eingerichtete Küche ist ebenfalls vorhanden.

Die wissenschaftliche Arbeit in dieser Station soll sich auf eine Reihe von Jahren erstrecken und namentlich ist dieselbe mit dazu bestimmt, die Wirkungen festzustellen, welche die riesigen Ueberschwemmungen im Flussgebiete des Illinois und Mississippi, sowie das darauf folgende rasche Zurücktreten des Wassers auf die tierische und pflanzliche Bewohnerschaft jener Gegend ausüben. Besonders aber sollen auch Beobachtungen gemacht werden über die Lebensgewohnheiten der dort vorkömmlichen Fische und deren natürliche Nahrungsobjekte. Ferner sind tägliche Temperaturmessungen und öftere Wasseranalysen in Aussicht genommen.

In der Havana-Station können fortgeschrittene Studenten der Zoologie auch selbständige Arbeiten ausführen, und es soll ihnen in dieser Hinsicht jede Erleichterung gewährt werden. Ebenso ist es Naturforschern von anderen Universitäten gestattet, nach Havana zu kommen und dort Studien zu betreiben. —

Prof. S. A. Forbes legt Wert darauf zu betonen, dass die von ihm geleitete Süßwasserstation die erste in der ganzen Welt ist, welche es sich zur Aufgabe gemacht hat, die biologischen Verhältnisse eines großen Flusssystems zu untersuchen, worin ihm natürlich Niemand widersprechen wird, weil es wahr ist. Die Amerikaner nehmen, wie man sieht, die Erforschung der Süßwasserlebewelt mit großem Ernst und Eifer in Angriff, was für uns eine Mahnung dazu sein sollte, die in Deutschland bereits bestehenden (und hier zuerst errichteten) Süßwasser-Stationen den marinen Forschungsanstalten ebenbürtig zu erachten und sie mit den gleichen Mitteln zu unterstützen. Die Ergebnisse, welche eine fortgesetzte Beschäftigung mit der Fauna und Flora größerer Süßwasserbecken zu Tage fördert, sind bekanntlich schon jetzt der Art, dass sie jedes Vorurteil besiegen und den Inland-Stationen schon in allernächster Zeit zu ihrem Rechte verhelfen müssen.

Ueber das Verhältnis von Eiweiß zu Dotter und Schaale in den Vogeleiern.

Von Dr. **R. W. Bauer.**

(Fortsetzung; vergl. Bd. XIII S. 511.)

Eier von *Hirundo rustica* 3 Stück im Nest, davon			
2 Stück	$\alpha = 1{,}823$ g,	$\beta = 1{,}918$ g.	
Dotterkugel	$\alpha = 0{,}338$ g,	$\beta = 0{,}389$ g.	
Eiweiß (klebrig, Milchglasfarbe) . .	$\alpha = 1{,}2655$ g,	$\beta = 0{,}962$ g.?	
Eischaale	$\alpha = 0{,}1165$ g,	$\beta = 0{,}338$ g.?	
Ei von *Perdix cinerea*	14,962 g,		
Dotter	5,562 g,		
Eiweiß	7,573 g,		
Schaale	1,827 g,		
Sperlingseier von *Passer domesticus* grau, braun gesprenkelt, wie Kibitzeihabitus, aus einem Staarkasten	$\alpha = 2{,}744$ g,	$\beta = 2{,}672$ g;	

beide waren angebrütet, es konnte also das Verhältnis von Eiweiß : Dotter : Schaale nicht bestimmt werden, was jedoch an frischen Exemplaren nächstens geschehen soll.

Verlag von Eduard Besold (Arthur Georgi) in Leipzig. — Druck der kgl. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIV. Band. 15. August 1894. **Nr. 16.**

Inhalt: **Reibisch**, Ergebnisse der Plankton-Expedition. — **Bethe**, Ueber die Erhaltung des Gleichgewichts. — v. **Erlanger**, Zur Morphologie und Embryologie eines Tardigraden (*Macrobiotus Macronyx*). — **Haacke**, Die stammesgeschichtliche Verschiebung der Längenverhältnisse von Arm und Bein beim Menschen. — **Fürbringer**, Untersuchungen zur Morphologie und Systematik der Vögel, zugleich ein Beitrag zur Anatomie der Stütz- und Bewegungsorgane (13. Stück). — **Häcker**, Eine neue Schrift zur Vererbungslehre. — **Zacharias**, Biologische Untersuchungen in amerikanischen Seen. — Deutscher Verein für öffentliche Gesundheitspflege.

Ergebnisse der Plankton-Expedition.

Bd. II K. c. Dr. Maass, Die craspedoten Medusen.

Die craspedoten Medusen bilden einen wichtigen Bestandteil des Plankton und sind von der Expedition in großer Zahl erbeutet worden. Von den 46 sicheren Arten gehören 33 den Trachylinae (Hochseemedusen mit direkter Entwicklung) und 13 den Leptolinae (Polypenmedusen) an. Von Hydroidpolypen fanden sich 4 Species an den Sargassoblättern, während ein „polypenähnliches Tier", auf Oscillarienfäden festsitzend und in der Sargasso-See ziemlich regelmäßig verteilt, eine nähere Bestimmung betreffs seiner Zugehörigkeit nicht erlaubte.

Auf den zoologischen Teil soll hier nicht näher eingegangen werden. Es sei nur erwähnt, dass im ganzen 14 neue Arten angeführt und auch die Beschreibungen der früher bekannten, wo es sich nötig machte, einer sorgfältigen Kritik unterworfen sind. Jugendstadien sind von mehreren Species in größerer Zahl erbeutet und haben Verfasser das Material zu einer entsprechenden Vertiefung der Systematik geliefert (z. B. bei den Aglauriden, wo sowohl die Zahl der Hörbläschen, wie die Form der Gonaden auf Altersunterschiede zurückgeführt wird).

Aus dem faunistischen und statistischen Teil sei folgendes hervorgehoben. Hensen hat selbst an seine Methode des quantitativen Fischens die Anforderung gestellt, dass streng genommen durch sie

„alles mit unseren Netzen Fangbare gefangen sein müsse, was bisher in den betreffenden Teilen des Ozeans an Plankton beobachtet worden ist“ [1]). Bei der ersten Gruppe der Hochseemedusen, den Trachomedusen, ist dies thatsächlich fast vollständig erreicht; nur die Petasiden fehlen gänzlich, obgleich ein paar Arten aus dem Atlantic beschrieben sind; von diesen ist aber z. B. *Olindias* „eine sehr große Form, bei der die Chance des Gefangenwerdens sehr gering sein muss“. Bei den Narcomedusen ist das Resultat kein so günstiges; es handelt sich hierbei aber gleichfalls vielfach um sehr große Formen, die auch im Mittelmeer, von wo bis jetzt die zusammenhängendsten Beobachtungen vorliegen, nur sporadisch und an die Jahreszeit gebunden vorkommen. Jedenfalls ist jedoch mehr als die Hälfte der aus dem durchfahrenen Gebiete bekannten Formen erbeutet worden.

Von den Leptolinen ist natürlich nur ein geringer Teil der aus dem atlantischen Ozean bekannten Species gefangen worden; als Abkömmlinge von festsitzenden Polypen gehören sie ja auch nicht zum eigentlichen Plankton.

Was den Anteil der craspedoten Medusen an dem Hochseeplankton betrifft, so ergibt sich, dass nur eine kleine Strecke vollständig frei von denselben war. Es reicht diese Strecke von der Südspitze Grönlands bis nahe an die Neufundlandbank. Sonst sind von allen Stationen, wo überhaupt mit dem Planktonnetz gefischt wurde, Medusen zu verzeichnen.

Inbetreff der geographischen Verbreitung bestätigt sich die Erfahrung, dass durch Golf- und Floridastrom eine Grenze zwischen Süden und Norden gegeben ist, ja, es dürfte kaum eine zweite über beide Gebiete verbreitete Tiergruppe geben, auf die der Satz von Maass volle Giltigkeit hat: „Von einer wirklich durchgreifenden Scheidung kann nur zwischen dem nördlichen und südlichen Gebiet die Rede sein, insofern als keine Craspedotenart, die sich nördlich vom Florida- und Golfstrom findet, südlich desselben vorkommt und umgekehrt“. Den südlichen Teil trennt Verf. noch in 2 weniger scharf geschiedene Distrikte, die Sargasso-See und das Gebiet der 3 südlichen Strömungen. Als charakteristische Formen sind zu nennen: für den Norden *Aglantha digitalis*, für die Sargasso-See *Aglaura hemistoma*, *Rhopalonema velatum*, *Liriope cerasiformis*, für die südlichen Strömungen *Liriope minima*, *Marmanema velatoïdes* und *Aglaura nausicaa*.

Auf die Frage nach der Existenz von Tiefseemedusen gibt Verf. eine negative Antwort. Nur 5 Schließnetzzüge enthielten Craspedoten, und zwar lauter Formen, die auch in Oberflächenfängen vorkommen. Inbezug auf die von Haeckel in den „Tiefseemedusen der

1) V. Hensen, Einige Ergebnisse der Expedition. Kapitel II der Reisebeschreibung. Bd. I A, S. 19.

Challenger-Reise" beschriebenen 9 Craspedoten wird hervorgehoben, dass mehrere derselben auch an der Oberfläche gefangen worden sind. Aus einzelnen Stufenfängen geht immerhin hervor, dass manche Medusen in tieferen Schichten gelegentlich häufiger sind, als in oberflächlichen (*Aeginopsis*, *Aglaura*), und dass aus bestimmten Gründen vertikale Wanderungen von mehreren hundert Meter stattfinden.

Im Schlusskapitel kommt Verf. auf die Periodizität im Medusenplankton zu sprechen. Bei *Rhopalonema velatum* scheint die Fortpflanzung an eine bestimmte Zeit gebunden zu sein, da „auf der Hinfahrt viele Larven, auf der Rückfahrt fast nur geschlechtsreife Exemplare sich finden". Bei anderen Species dagegen wurden gleichzeitig junge und alte Larven sowie geschlechtsreife Individuen erbeutet.

J. Reibisch.

Ueber die Erhaltung des Gleichgewichts [1]).

Zweite Mitteilung.

Von **Albrecht Bethe** in München.

Seit Flourens[2]) im Jahre 1828 seine ersten Resultate bei Bogengangsoperationen an Tauben veröffentlicht hatte, sind solche Versuche bis in die neueste Zeit fast nur auf diese Tiere beschränkt geblieben. So brauchbar nun auch die Tauben zur Beurteilung der Funktion einzelner Labyrinthteile sind, so wenig sind sie zur Entscheidung der Frage geeignet, ob die Erhaltung des Körpergleichgewichts[3]) wirklich mit diesem Organ in einer Beziehung steht.

Nach den neuesten Versuchen, die von Ewald[4]) in überaus exakter Weise ausgeführt sind, möchte es sogar scheinen, als ob von einer gleichgewichtserhaltenden Funktion des Labyrinthes gar nicht die Rede sein könne.

Er fand, dass Tauben, denen beide Labyrinthe vollkommen exstirpiert waren, sowohl mit Erhaltung des Gleichgewichts gehen, als auch, ohne umzukippen, kleine Strecken dicht über dem Erdboden im Fluge zurücklegen und nur durch eine gewisse Schwäche der Muskulatur am besseren Fliegen verhindert werden.

Dass die Tiere beim Gehen Gleichgewicht erhalten, ist nicht sonderbar, denn hierbei kann der Tastsinn der Füße ein fehlendes, statisches Organ in hohem Grade ersetzten. Dass die Tiere aber auch

1) Fortsetzung eines Aufsatzes in Band XIV S. 95 dieser Zeitschrift.

2) Flourens, Expériences sur les canaux semicirculaires de l'oreille. Mem. de l'Acad., T. IX, 1828.

3) Fr. Goltz, Ueber die physiologische Bedeutung der Bogengänge des Ohrlabyrinths. Pflüger's Archiv, 3, S. 172.

4) Ewald R., Physiologische Untersuchungen über das Endorgan des Nervus octavus. Wiesbaden 1892.

beim Fliegen sich im Gleichgewicht befinden wird manchen Anhänger von der Lehre der gleichgewichtserhaltenden Funktion des Ohrlabyrinthes in Erstaunen gesetzt haben.

Diese Erscheinung ist nun aber gar nicht wunderbar; es wäre vielmehr unerklärlich, wenn die Taube beim Fliegen schwere Gleichgewichtsstörungen zeigte, solange noch die Koordination der Flügelbewegungen besteht. Bei allen Vögeln wird nämlich während des größten Teils des Flügelschlages das Gleichgewicht mechanisch erhalten d. h. durch die Lage des Schwerpunktes und die Art des Widerstandes, und zwar nicht nur in der Längsaxe sondern auch in der Queraxe. Die Zeit, in der ein Umkippen nach der Seite oder nach vorne möglich wäre, ist so kurz und die Kräfte, welche dies bewirken könnten, sind bei vollkommener Koordination der Bewegung so klein, dass schon längst wieder eine stabile Gleichgewichtslage eingetreten ist, ehe das Umkippen erfolgt, und durch diese verhältnismäßig lang andauernde stabile Lage, werden eventuell eingetretene, kleine Gleichgewichtsstörungen sofort wieder ausgeglichen.

Marey[1]) sagt über die mechanische Gleichgewichtserhaltung bei Vögeln:

„L'attache des ailes se fait à la partie la plus haute du thorax, de sorte que, pendant le vol, le centre de gravité du corps se trouve le plus bas possible audessous du point d'appui que l'aile prend sur l'air. Si l'on observe, au moment de son essor, un Canard et surtout un Râle, on voit le corps pendre comme un sac au-dessous des ailes qui le supportent".

Ich machte, um den Grad der mechanischen Gleichgewichtserhaltung bei den verschiedenen Flügelstellungen zu prüfen, die Versuche in derselben Weise, wie ich sie in der ersten Mitteilung bei fliegenden Insekten beschrieben habe. Ich ließ nämlich totchloroformierte Tauben in den ihnen natürlichen Flügel- und Körperstellungen, wie sie aus den Anschütz'schen und Marey'schen Momentaufnahme zu ersehen sind, fallen und beobachtete die Lage des Körpers in der Luft.

Dabei wird ein Fehler unberücksichtigt gelassen, der aber mit in Rechnung gezogen, die Resultate nur in günstiger Weise beeinflussen würde. Es ist nämlich beim Herabdrücken der Flügel der Widerstand größer als beim Anfang des freien Falls, da ja doch das Tier dadurch gehoben wird; andrerseits ist beim Heraufziehen der Flügel der Widerstand geringer, weil das Tier noch die Tendenz nach oben hat.

Um die Flügel- und Körper-Stellung bei den Versuch zu fixieren, wurde die Taube mit folgendem Drathkorset umgeben: Hinter dem Ansatz der Beine wurde ein Drathring (mittelstarker geglühter Eisendraht) um den Leib gelegt, ebenso hinter dem Ansatz der Flügel, welch letzterer auf der Bauchseite dicht vor dem Anfang des Sternums

1) Marey E. J., Le vol des oiseaux. Paris, G. Masson, 1890.

abschnitt. Diese beiden Ringe wurden am Bauch durch zwei Längsdräthe verbunden, welche das Rostrum sterni zwischen sich nahmen. Auf dem Rücken verband die beiden Ringe ein längerer Drath, welcher nach vorne hin über Hals und Kopf, nach hinten über den Schwanz lief. Um den Hals und Kopf waren Schlingen aus feinem Drath ge-

Fig. 1.

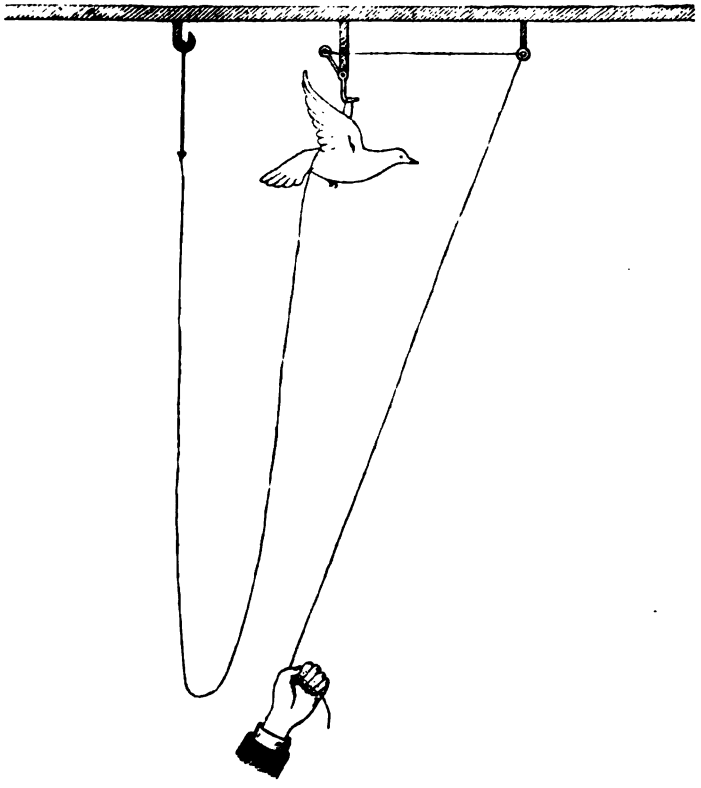


Fig. 1. Anordnung der Fallversuche.

legt, welche mit dem starken Drath durch kleine Oesen beweglich verbunden waren, so dass Hals und Kopf jede Biegung desselben mitmachten. Der Schwanz konnte durch einen feinen Drath gespreitst werden. Die Flügelaxe war an der Kreuzung des Brustringes und der Rückenstange befestigt und mit den Gelenken des Fittichs und der äußeren Schwungfeder durch bewegliche Oesen verbunden. Die Beine wurden durch Dräthe, welche am hinteren Ring befestigt waren, in die richtige Lage gebracht. An einem Haken in der Decke eines hohen Zimmers wurde ein starker Gummifaden von 15 cm Länge angebunden, mit dem ein 3 Meter langer seidener Faden verbunden war. Die an dem seidenen Faden befestigte Taube wurde an einem

Sperrhaken an der Decke des Zimmers entweder an der Bauch oder an der Rückenschiene aufgehängt. Den Faden, welcher den Sperrhaken auslöst, hält der in einiger Entfernung stehende Beobachter in der Hand (Fig. 1).

Gibt man jetzt der Taube die in Fig. 2 am meisten rechts abgebildete Stellung, bei der die Flügel die höchst mögliche Lage einnehmen, hängt sie an der Rückenschiene auf und löst den Sperrhaken durch einen Zug an der Schnur aus, so fällt das Tier mit vollkommener Gleichgewichtserhaltung zu Boden. Der Gummifaden schnellt sie noch einige Mal in die Höhe, wobei dieselbe Lage beibehalten wird. Hängt man jetzt das Tier an der Bauchschiene auf, so dreht es sich beim Fallen aus der Rückenlage zur Bauchlage um und fällt in dieser weiter. Dasselbe Resultat erhält man bei allen Stellungen, welche zwischen dieser und der ebenfalls in Fig. 2 abgebildeten mittleren Stellung liegen, nur dass beim Fallen in der Rückenlage die Umdrehung desto länger dauert, je mehr sich die Flügelstellung letzterer nähert. Schaltet man nun zwischen die mittlere und tiefste Flügelhaltung noch 2 weitere Stellungen ein, so wird bei diesen beim Fallen in der Bauchlage bis zum Boden hin vollkommenes Gleichgewicht bewahrt, beim Fallen in der Rückenlage aber eine Tendenz zur Umdrehung nicht mehr wahrgenommen. Bei der tiefsten Flügellage ist am Ende des Falls in der Bauchlage eine schwache Neigung zum Umkippen zu bemerken; diese ist aber so gering, dass sie bei der überaus kurzen Dauer, während der beim normalen Flügelschlag diese Stellung eingenommen wird, gar nicht in Betracht kommen kann.

Fig. 2.

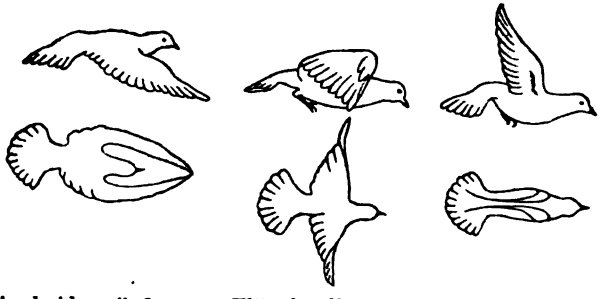


Fig. 2. Die beiden äußersten Flügelstellungen der Taube und eine Mittelstellung nach Marey.

Es liegt nun nach Prechtl[1]) der Schwerpunkt des Vogels so, „dass er durch den von dem Niederschlage des Flügels erzeugten Widerstand unterstützt wird, d. i. dass er in dem Scheitel der parabolischen Mittellinie des Widerstandes der Flügel liegt". . . . „Der Schwer-

1) Prechtl Joh. Jos., Untersuchungen über den Flug der Vögel. Wien. Carl Gerold, 1846. S. 212.

punkt liegt also um die halbe Breite des Flügels rückwärts von der Linie entfernt, welche die beiden Flügelgelenke verbindet".

Da nun die Schwerkraft nach unten, der Widerstand nach oben wirkt und der Widerstand beim Niederschlag der Flügel stärker ist als die Schwerkraft, so müssen die Tiere durch diese beiden Kräfte im Gleichgewicht erhalten, Schwankungen vermieden, und eventuell bei tiefster Flügelhaltung entstandene kleine Neigungen ausgeglichen werden. (Siehe Fig. 3. Die beiden aus Mareys oben erwähnten Werk entnommenen und vergrößerten Zeichnungen stellen eine Seemöwe bei horizontaler Flügelstellung in vertikaler und horizontaler Projektion dar. Die beiden Pfeile deuten die Schwerkraft und den im Scheitelpunkt der parabolischen Widerstandslinie angreifenden Widerstand an.)

Fig. 3.

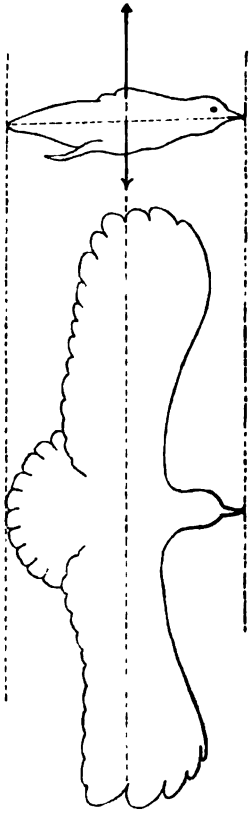


Fig. 3. Seemöwe in horizontaler und vertikaler Projektion nach Marey.

Wir sehen also, dass eine Taube auch ohne Gleichgewichtsorgan mit einigem Geschick fliegen können muss, wenn nur die in der Jugend vor der Operation beim Fliegen erlernten Bewegungen noch in der richtigen Weise ausgeführt werden. Da nun aber die operierten Tauben

nur ganz kurze Strecken im Fluge zurücklegen, ist es garnicht zu beurteilen, wie weit die Gleichgewichtserhaltung dabei geht. Dies wäre vielleicht durch einen Versuch festzustellen, den Ewald augenscheinlich nicht gemacht hat. Lässt man nämlich eine normale Taube aus einiger Höhe mit dem Rücken nach unten herabfallen, so dreht sie sich sehr schnell um und fliegt in der Bauchlage davon, ja sie thut dies sogar, wenn man den Rücken etwas beschwert, so dass der Schwerpunkt wesentlich höher liegt als sonst. Dieser Versuch an der operierten Taube ausgeführt würde möglicherweise ein Licht darauf werfen, inwieweit die mechanische Erhaltung des Gleichgewichts im Stande ist, ein statisches Organ zu ersetzen.

Am deutlichsten würde es sich aber bei der Taube zeigen, ob wir es im Labyrinth mit einem statischen Organ zu thun haben, wenn ein Tier operiert würde, welches das Fliegen noch nicht erlernt hat. Im großen und ganzen werden aber Vögel immer ein ungeeignetes Objekt zur Entscheidung dieser Frage sein; wir müssen uns daher nach Tieren umsehen, bei denen das Gleichgewicht nicht mechanisch erhalten wird. die sich also immer im labilen Gleichgewicht befinden.

Dazu können von Wirbeltieren nur die Fische in Betracht kommen[1].

Es liegen nun allerdings eine Anzahl von Beobachtungen an operierten Fischen vor, aber von diesen verdient nur ein geringer Teil Beachtung.

Anna Tommaszewicz[2]) und Kiesselbach[3]) operierten mit negativem Erfolg an Knochenfischen. Cyon[4]) exstirpierte Neunaugen die Labyrinthe und fand, dass doppelseitig operierte Tiere häufig auf dem Rücken schwimmen und Drehbewegungen machen. Es gelang mir aber nicht beim Flussneunauge (*Petromyzon fluviatilis*), wovon ich einige Exemplare in meiner pommerschen Heimat erhielt, die aber leider auf dem Transport starben, festzustellen, ob diese Tiere im labilen oder stabilen Gleichgewicht schwimmen. Die toten Exemplare sanken ebenso oft in der Bauchlage, wie in der Rückenlage zu Boden. Es scheinen mir daher die von Cyon gemachten Versuche wenig zur Entscheidung unserer Frage beizutragen, wenn er auch selber am Schluss der Arbeit sagt, dass sich aus seinen Versuchen die statische Funktion des sog. Gehörorgans ergebe.

1) Monoyer M., Recherches expérimentales sur l'équilibre et la locomation chez les poissons. Annales des sciences naturelles, Série V, T. VI, Paris 1866. In dieser Schrift wird zum erstenmal experimentell bewiesen, dass die Fische im labilen Gleichgewicht schwimmen.

2) A. Tommaszewicz, Beiträge zur Physiologie des Ohrlabyrinthes. Inaug.-Dissertation, Zürich 1877.

3) Kiesselbach, Zur Funktion der halbzirkelförmigen Kanäle. Archiv für Ohrenheilkunde, XVIII, 1882.

4) Cyon E., Gesammelte physiologische Arbeiten. Berlin. Aug. Hirschwald, 1888, S. 338.

Von Sewall[1]) und Steiner[2]) wurden Versuche an Haifischen gemacht. Beide und besonders der letztere leugnen irgendwelche Störungen nach Operation an den halbzirkelförmigen Kanälen. Dagegen sahen sie Rollbewegungen nach Herausnahme der Otolithen, die aber als sekundäre Reizerscheinungen aufgefasst wurden.

Es ist das Verdienst von Loeb[3]) und Kreidl[4]) durch neue Versuche an Haifischen bedeutend positivere Resultate erzielt zu haben. Sie berichten übereinstimmend, dass Tiere, denen beiderseits die Otolithen oder ganzen Labyrinthe herausgenommen waren, in der Regel auf dem Rücken schwammen und am Boden sowohl auf dem Bauch als auch auf dem Rücken liegend beobachtet wurden. Die von Kreidl außerdem vorgenommenen Experimente an den Canales semicirculares allein zeigen allerdings, dass Steiner's Resultate falsch sind, indem Kreidl starke Reaktionen nach Durchtrennung der Bogengänge beobachtete, vermögen aber über deren Funktion nicht aufzuklären, weil sie mit der von Ewald mit Recht verurteilten einfachen Durchschneidungsmethode ausgeführt sind, bei der durch Ausfließen der Endolymphe immer eine weitgehende und unberechenbare Beeinflussung des ganzen Labyrinthes hervorgerufen wird.

Außer diesen Arbeiten, durch welche die statische Funktion des Labyrinthes noch nicht als erwiesen angesehen werden kann, existiert soweit mir bekannt nur noch eine kurze Mitteilung von Ewald[5]), aus der aber nicht hervorgeht, an welchen Fischen er seine Versuche angestellt hat.

Ich selber wählte zu meinen Untersuchungen Knochenfische, weil diese sich in einer sehr labilen Gleichgewichtslage beim Schwimmen befinden, für unsere Zwecke also überaus geeignet sind.

Die Experimente wurden ausgeführt an dem Flussbarsch (*Perca fluviatilis*), dem Rotauge (*Scardinius erythrophthalmus*) und dem Hecht (*Esox lucius*). Von diesem sind *Perca* und *Scardinius* nur zur Totalexstirpation der Labyrinthe geeignet, während beim Hecht die Operation an einzelnen Kanälen recht gut gelingt. Der Grund dafür liegt darin, dass bei den beiden ersten Fischarten das Labyrinth fast frei im Schädelraum liegt, beim Hecht dagegen wenigstens die beiden senkrechten Kanäle in weichen Knorpel eingebettet und so, ohne das übrige Labyrinth oder das Gehirn zu berühren, leicht zugänglich sind.

1) Sewall, Journal of Physiology, IV, 1883–84, S. 339.

2) Steiner Js., Sitzungsberichte der Berliner Akademie der Wissensch., XXVIII, 1886, S. 498.

3) Loeb, Ueber Geotropismus bei Tieren. Pflüger's Archiv, XLIX, Seite 175.

4) Kreidl, Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissenschaften, Band 101, Abteilung III, 1892.

5) Ewald, Bedeutung des Ohres für die normalen Muskelkontraktionen. Centralblatt für Physiologie, 1892.

Während der Operation wurde den Fischen mittels eines Schlauches ein Wasserstrom durch Mund und Kiemen geleitet. Der zu operierende Fisch wurde in ein nasses Leinentuch gewickelt und, je nachdem er in seitlicher Lage oder Bauchlage operiert werden sollte, auf zwei verschiedenen Operationstischen gefesselt. Zur Operation in seitlicher Lage wurde ein Brett benutzt, das in den Konturen des Fisches mit einer Anzahl von Löchern versehen war. Durch diese Löcher war in Zickzacklinie ein Bindfaden gezogen, so dass beim Anziehen der Enden der unter die Fadenösen geschobene Fisch gefesselt wurde.

Zur Operation in der Bauchlage wurde ein Brett benutzt, auf dem von 2 Holzleisten (3—4 cm hoch) eine Rinne gebildet wurde. In diese Rinne wurde der umwickelte Fisch hineingesetzt und über ihm an den Leisten angebrachte Fäden zusammen gebunden. Man thut gut den Kopf noch durch Wattepfropfe, welche zwischen Maul und Leiste gestopft werden, an seitlichen Bewegungen zu hindern, welche wenn auch noch so klein, doch das Operationsresultat verderben können. —

Die bei der Operation verwendeten Instrumente wurden eine halbe Stunde vorher in 2proz. Karbollösung gelegt; die Wunden wurden vernäht und mit Karbolgelatine verschlossen.

Totalexstirpation beider Labyrinthe.

Perca fluviatilis.

Hier wurde die Herausnahme des Labyrinthes (Otholitenapparat und Canales semicirculares) auf zwei Arten vorgenommen, entweder von der Seite oder von oben. Zuletzt zog ich die letzte Methode vor, weil bei der anderen das Umdrehen des Tieres lästig ist.

Fig. 4.

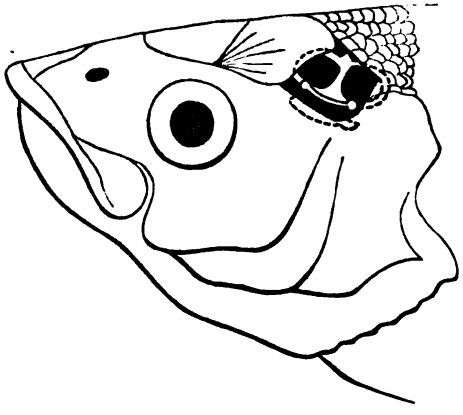


Fig. 4. Kopf des Barsches (Schematisiert). Das kleine mit feinen Schuppen besetzte viereckige Feld ist ganz herausgenommen, so dass man das Labyrinth zum Teil vor sich sieht. Die in der Tiefe punktierte Linie deutet die Grenze von Kleinhirn und Mittelhirn an.

Die Operation von der Seite ist ziemlich leicht. Man trennt durch drei Messerschnitte das kleine viereckige, deutlich abgegrenzte Feld (Fig. 4), unter dem das Organ liegt, ab und klappt es nach unten.

Dann durchbohrt man am oberen Rand, wo keine Gefahr ist, edlere Teile zu verletzen, ein Loch durch den Knochen und kann nun mit einer starken Pinzette das freiliegende Knochenstück ausbrechen. Jetzt erblickt man die beiden vertikalen Kanäle, fasst sie mit der Pinzette, durchschneidet den Canalis posterior und zieht das Labyrinth vorsichtig nach außen, bis der Statolith grade sichtbar wird. Darauf geht man mit einer starkgebogenen Scheere in die Oeffnung, durchschneidet den Acusticus und zieht nun das Labyrinth ganz heraus, nachdem man vorher den Horizontalkanal durchnitten hat, welcher ebenso wie der Canalis posterior um eine Knochenspange geschlungen ist. Nur selten zerreisst es dabei. Darauf klappe ich den Hautlappen wieder nach oben, befestige ihn mit einer Nadel an dem Schuppenbesetzten oberen Rand und bestreiche die Wunde mit Karbolgelatine.

Bei der Operation von oben schneide ich mit einem scharfen Messer von der Mitte der Augen anfangend bis zum Anfang der Schuppen das Schädeldach (Haut und Knochen zugleich) ab und klappe es nach hinten, wo es unter das Leinentuch geschoben wird. Das freiliegende Labyrinth wird mit der Pinzette gefasst, etwas nach oben gezogen und wie vorher der Acusticus und die beiden festliegenden Kanäle mit einer schwachgebogenen Scheere durchschnitten. Das Schädeldach wird wieder nach vorn geklappt und über ihm ein Faden, der beiderseits durch den oberen Augenhöhlenrand gezogen ist, zusammengebunden. Der Versuch Nadeln durch die Wundränder zu ziehen missglückt immer wegen zu großer Dünne der Haut. Bei beiden Operationen fließt nicht ein Tropfen Blut.

Die Gelatine stößt sich gewöhnlich in 2—3 Tagen ab, der Faden dagegen bleibt oft 10—14 Tage liegen.

In dieser Weise operierte Tiere hielten sich verschieden lange. Doppelseitig operierte starben nach 5—11 Tagen meist an Entkräftung, denn die Barsche nehmen in der Gefangenschaft keine Nahrung, was aber nicht der einzige Grund ist, oder an Verpilzung, welche auch bei den günstigsten Wasserbedingungen nie ganz zu vermeiden ist. Nur auf einer Seite operierte Tiere lebten meist länger. Sie hielten sich 10—17 Tage, waren aber zuletzt immer außerordentlich abgemagert, besonders deswegen, weil sie schon bevor ich sie bekam, seit etwa 8 Tagen in der Gefangenschaft waren, also ebenso lange schon nichts mehr gefressen hatten.

Während der Durchschneidung der Haut und des Knochens verhält sich das Tier ganz ruhig, aber im Augenblick, wo man das Labyrinth erfasst und nachher beim Durchschneiden des Acusticus treten heftige Augenverdrehungen (Nystagmus) auf, und ein Zucken geht durch die Muskulatur des ganzen Körpers. Dieses Zucken währt noch kurze Zeit nachher und kann durch mechanische Reizung des Acusticus wieder hervorgerufen werden.

Sowie der beiderseits operierte Fisch ins Wasser kommt, macht er einige unsichere Schwanzschläge und lässt sich zu Boden sinken, wo er kurze Zeit regungslos auf der Seite liegen bleibt. Nach einigen Minuten fängt er wieder an, sich zu bewegen, wirft sich von einer Seite auf die andere, steigt in die Höhe den Bauch nach oben gewendet und schwimmt schnell unter fortwährenden Longitudinaldrehungen durch das Bassin. Nach kurzer Zeit sinkt er wieder erschöpft zu Boden. Das wiederholt sich während der ersten Stunde nach der Operation mehreremal. Bald bemerkt man aber, dass das Tier am Boden nicht mehr auf der Seite sondern auf dem Bauch liegt und auch hin und wieder allerdings stark schwankend in der Bauchlage den Boden berührend dahin schwimmt. Sowie der Fisch aber die Berührung mit dem Boden verliert und in höhere Wasserschichten emporsteigt, nimmt er die Drehungen um die Longitudinalaxe wieder auf. Außer diesen Drehungen sah ich auch häufig während der ersten Stunden nach der Operation, dass das Tier auf der Seite schwimmend kleine vertikale Kreise beschrieb, bald links bald rechts herum.

Am nächsten Tage sind Longitudinaldrehungen schon seltener geworden und werden es in den folgenden Tagen noch mehr, hören aber nie ganz auf. Das Tier liegt meist am Boden immer in Bauchlage und macht hier fast den Eindruck eines normalen Tieres. Dunkle Ecken und seitliche Stützpunkte sucht es gerne auf, aber auch darin unterscheidet es sich nicht vom normalen Tier. Der einzige Unterschied liegt in der Haltung der Flossen, welche etwas mehr adduziert werden wie sonst. Berührt man das Tier so schwimmt es davon mit dem Bauch den Boden berührend. Dabei schwankt es leicht hin und her und bewegt sich nicht mit derselben Kraft und Akuratesse wie sonst. Es schwimmt wohl auch hin und wieder mit dem Vorderende vom Boden entfernt und nur mit dem Hinterende denselben berührend, begibt sich aber noch weniger gern als das normale Tier in höhere Wasserschichten. Hebt man vorsichtig den Barsch in die Höhe und lässt ihn dann los, so fällt er um und schwimmt nun oft weite Strecken auf dem Rücken dahin.

Reizt man ihn, indem man ihn einigemale anstößt, so treten mit Sicherheit Longitudinaldrehungen auf und zwar noch nach vielen Tagen mit solcher Heftigkeit, dass das Tier schließlich erschöpft zu Boden sinkt und auf der Seite liegen bleibt. Erst nach einigen Minuten nimmt es wieder die Bauchlage ein.

Von der Schwächung der Muskelkraft kann man sich leicht überzeugen. Man wählt zwei gleichkräftige Tiere aus und operiert das eine. Wenn man nun nach einigen Tagen jedes Tier im Wasser in die Hand nimmt, so bemerkt man, dass das gesunde weit kräftigere Bewegungen macht, um zu entkommen, als das operierte.

Diese Resultate stimmen mit den von Ewald an beiderseits operierten Tauben gewonnenen in folgenden Punkten überein:

Die labyrinthlosen Fische zeigen wie die labyrinthlosen Tauben große Muskelschwäche und unsichere, hastige Bewegungen.

Bei beiden zeigt sich große Unlust zu Muskelbewegungen und nach Reizungen treten heftige Bewegungen auf, welche bis zur Erschlaffung führen.

Ewald sagt auf Seite 4: „Es scheint bei ihnen (den labyrinthlosen Tieren) einer besonderen Anstrengung zu bedürfen, um die Muskulatur in Bewegung zu setzen, dann aber bleiben offenbar während der Muskelthätigkeit diejenigen Empfindungen aus, welche das normale Tier veranlassen sich wieder ruhig zu verhalten".

Was nun die Longitudinaldrehungen anbetrifft, so bin ich geneigt sie für ein Bestreben zu halten, die Bauchlage wieder zu erlangen, denn ich glaube, dass die Tiere sich der anormalen Lage bewusst sind und dies Bewusstsein durch Eindrücke der Augen und veränderte Druckverhältnisse erhalten. Die Aenderungen der Druckverhältnisse treten an allen Stellen auf, wo Körper von verschiedenem spez. Gewicht vorhanden sind; das ist vor allem in der Leibeshöhle der Fall, wo die Blase beim normalen Schwimmen einen Druck auf die Wirbelsäule ausübt, während der Druck in unserm Fall auf die Bauchdecken wirkt. Sticht man die Blase an, so dass die Luft entweicht, dann wird das spezifische Verhältnis des Körpers zwar verändert, aber es ist doch immer noch die Rückenseite schwerer als die Bauchseite. Bestreicht man zugleich die Augen mit einer Mischung von Gelatine und Puderkohle, so ist das Tier zuerst sehr ungeberdig, schwimmt aber, nachdem es sich beruhigt hat, in viel sicherer Rückenlage als vorher.

Scardinius erythrophthalmus.

Bei diesem Tiere ist die Operation von der Seite nicht angebracht. Auch von oben her bieten sie wegen der Höhe des Kopfes viel mehr Schwierigkeiten als bei *Perca*. Das Tier wird in Bauchlage gefesselt, die weiche, dicke Haut von der Mitte der Augen bis zum Anfang der Schuppen mit einem Messerschnitt abgetrennt und zurückgeschlagen. Das darunterliegende knöcherne Schädeldach wird mit einer starken Pinzette ausgebrochen und ganz beseitigt. Dann schiebt man mit einem gebogenen Hornplättchen das Mittelhirn etwas zur Seite, geht längs des Hornplättchens mit einer gebogenen, kleinen Scheere in die Tiefe und durchschneidet den Acusticus. Im Augenblick der Durchschneidung treten, wie bei *Perca*, Verdrehungen des Auges und Zuckungen der Muskulatur auf. Von einer Herausnahme des Labyrinthes muss man wegen der ungünstigen Lage absehen. Nachdem auf beiden Seiten die Durchschneidung vorgenommen ist, was bei einiger Uebung mit Sicherheit gelingt, klappt man den Hautlappen wieder nach vorne,

näht ihn mit 4—5 Nadeln in der ursprünglichen Lage fest und verschließt die Wunde mit Karbolgelatine.

Ehe ich zur Beschreibung der auftretenden Erscheinungen übergehe, muss ich bemerken, dass der tote oder chloroformierte *Scardinius* nicht auf dem Rücken schwimmt, sondern auf der rechten Seite den Rücken im Winkel von 25°—30°, den Schwanz etwa um 15° abwärts geneigt.

In den ersten Minuten nach der Operation verhält sich das Tier ganz ruhig. Es liegt regungslos auf der rechten Seite am Boden. Dann steigt es in die Höhe und schwimmt nun auf der rechten Seite liegend in großen Kreisen den Bauch nach innen gekehrt im Bassin dicht an der Oberfläche umher. Dazwischen treten einige Longitudinaldrehungen auf, aber nie mehr als 2 hintereinander, was wohl mit der großen Höhe des Tieres in Zusammenhang steht. Gewöhnlich kommt er bei den Longitudinaldrehungen nur bis auf die linke Seite, von der aus er nach einiger Zeit in die Lage auf der rechten Seite zurückkehrt. Hin und wieder geht er in die Tiefe und hält sich hier kurze Zeit in der Bauchlage auf, zeigt aber immer große Neigung, auf die rechte Seite zu sinken. Bald ist er wieder oben und schwimmt ruhelos auf der rechten Seite daher. Dabei kommt es häufig vor, dass er mit dem Kopf aus dem Wasser fährt eine Folge der geneigten Richtung der Längsaxe.

In den nächsten Tagen — länger als 5 Tage hielten sich die doppelseitig operierten Tiere nicht — schwammen sie nicht mehr so dauernd, sondern lagen häufig lange Zeit auf der Oberfläche des Wassers oder am Boden. Es scheint ihnen schwer zu werden, längere Zeit am Boden zu verweilen und ich schiebe dies auf eine große Schwächung der die Blase kontrahierenden Muskulatur. Am Boden liegen sie meist auf dem Bauch und zwar so, dass sie sich an die seitliche Wand des Behälters anlehnen. Liegen sie frei am Boden, so sinken sie immer von Zeit zu Zeit auf die rechte Seite und haben Mühe, wieder aufzukommen. Das Anlehnen an die Gefäßwand beobachtet man auch, wenn sie an der Oberfläche liegen und man sieht oft, dass ein Tier in den oberen Wasserschichten an die Gefäßwand gelehnt in leidlicher Bauchlage dahinschwimmt. Es versucht sogar von dieser Lage ausgehend auf dem Bauch durch das freie Wasser zu schwimmen, aber schon beim ersten Schwanzschlag sinkt das Tier auf die linke oder rechte Seite. Die Lage auf der linken Seite beim Schwimmen ist immer nur vorübergehend, längere Strecken werden stets auf der rechten Seite zurückgelegt.

Was die Haltung der Flossen betrifft, so ist auch hier zu bemerken, dass sie im allgemeinen weniger gespreizt sind, als beim normalen Tier der Fall ist.

Das Resultat der doppelseitigen Außerfunktionsetzung der Labyrinthe bei zwei Knochenfischen zeigt also, dass die Tiere nicht nur desorientiert sind, sondern, dass sie auch vorzugsweise in der Lage schwimmen, welche ihnen durch die Massenverteilung im Körper zukommt. Zugleich zeigen die Versuche, dass bei der Berührung mit einem andern Medium (der Boden des Gefäßes) der Hautsinn den Tieren die Orientation wiedergibt und dass den Augen und den Druckverhältnissen im Körper eine geringe orientierende Wirkung zukommt. Eine Beeinflussung der Muskulatur zeigt sich außer in der Schwächung des ganzen Körpers und der Blase, auch in der Kraftlosigkeit der Flossenabduktoren.

Diese letzten Symptome treten aber bei einseitiger Operation mit größerer Klarheit hervor.

Einseitige Labyrinthexstirpationen.

Perca fluviatilis.

Ich beschreibe nach dem Vorgang von Ewald die Symptome, wie sie bei rechtsseitiger Operation auftreten.

Gleich nach der Operation ist das Tiere ganz munter. Es ist keine Spur von der Erschlaffung vorhanden, wie sie nach beiderseitiger Totalexstirpation auftritt.

Das Tier sucht sogleich nach dem Einsetzen ins Wasser die dunkelste Ecke auf und liegt hier still in ganz normaler Weise schwach die Brustflossen bewegend. Der einzige Unterschied den man bemerkt ist eine schwache Neigung auf die operierte Seite. Bringt man das Tier in eine höhere Wasserschicht, so tritt diese Neigung etwas deutlicher hervor. Das Tier sucht aber gleich wieder wie ein gesundes den Boden und eine dunkle Ecke auf. Im Lauf der nächsten Tage (bis zum vierten Tag nach der Operation) verstärkt sich die seitliche Lage beim Liegen am Boden, beim Schwimmen am Boden und beim Schwimmen im freien Wasser immer mehr. Zugleich treten zwei neue Symptome auf. Bringt man das Tier (rechts operiert) an die Oberfläche und reizt es durch starke Berührung oder dadurch, dass man es auf den Rücken legt, so macht es, indem es zugleich in die Tiefe geht, Drehungen um die Longitudinalaxe und zwar von links über den Rücken nach rechts (vom Tier aus gerechnet dreht es sich links herum) und zwar individuell schwankend führt es 2—5 Drehungen aus. Kommt das Tier am Boden an, so liegt es einige Minuten stärker rechts geneigt wie sonst und richtet sich erst nach Verlauf dieser Zeit wieder zur gewöhnlichen Lage auf.

Die zweite neu auftretende Erscheinung ist die anormale Haltung der gekreuzten (also linken) Extremitäten. Diese tritt besonders deutlich an der Brustflosse auf, welche nicht mehr wie beim normalen Tier

in ruhiger Lage abduziert, sondern adduziert gehalten wird. Dasselbe sah ich, wie schon erwähnt, auf beiden Seiten bei beiderseitiger Operation. Nystagmus des rechten Auges fand ich nicht konstant. Eine erst nach dem 5. bis 6. Tage auftretende Erscheinung ist eine Verschiedenheit in der Atmung auf beiden Seiten. Es wird nämlich nach dieser Zeit zwar noch gleichzeitig auf beiden Seiten geatmet, aber der rechte Kiemendeckel hebt sich bei weitem nicht so stark wie der linke.

Hand in Hand mit stärker werdender Neigung nach rechts geht eine Krümmung des ganzen Tieres nach rechts, so dass die linke Seite besonders in der Bauchregion konvex ist.

Dadurch ist die Blase weiter nach links gedrängt, als es beim normalen Tieren der Fall ist, und es ist nicht zu verwundern, dass ein großer Teil der Neigung nach rechts auf dieser Verlagerung der Blase basiert. Sticht man nämlich die Blase an, was unter Wasser geschehen muss, so dass die Luft entweicht, dann finden wir beim ruhig daliegenden oder dahinschwimmenden Fisch nur noch eine ganz geringe Neigung nach rechts.

Legt man das Tier jetzt auf die linke Seite, so bleibt es auch kurze Zeit links geneigt liegen, was früher nie der Fall war.

Bei Reizung treten auch jetzt noch im hohen Wasser dieselben Longitudinaldrehungen auf; auch die Flossenhaltung ist noch wie vorher, aber eine Erscheinung hat sich gemildert, wenn sie auch nicht ganz aufgehört hat. Es ist das die Atmungsanormalie.

Die Milderung der Neigung nach rechts durch Anstechen der Blase, entspricht vollkommen dem von Ewald auf S. 183 seines Buches beschriebenen Versuch am rechtsoperierten Frosch. Hier sind beide Lungen durch die rechtsseitige Krümmung nach links getrieben und er sah die daraus beim Liegen im Wasser resultierende Neigung des Körpers nach rechts, fast ganz nach Herausnahme der Lungen, schwinden.

Auch in andern Punkten finde ich große Analogien zwischen Ewald's Resultaten an einseitig operierten Tauben und Fröschen und meinen Ergebnissen bei einseitig operierten Fischen. Er fand eine Beeinflussung der rechten Körpermuskulatur, welche sich beim Frosch in einer Krümmung der Wirbelsäule nach rechts, bei der Taube in einer Verdrehung des Kopfes nach rechts, bei meinen Fischen ebenfalls in einer Krümmung des Körpers nach rechts kund thut. Er sah, dass eine einseitig operierte Taube an den Beinen aufgehängt, zwar mit beiden Flügeln schlug, aber trotzdem wegen der Schwäche der rechten Flügelmuskulatur sich nach rechts drehte; er beobachtete, dass der rechtseitig operierte Frosch im Wasser aufgehängt mit beiden Beinen Schwimmbewegungen machte und sich nach rechts drehte. Meine Fische drehten sich bei Reizung ebenfalls rechts herum, weil die Schläge der linken Flosse kräftiger waren als die der rechten.

Schließlich tritt bei *Perca*, ebenso wie bei allen von Ewald untersuchten Tieren eine anormale Haltung der gekreuzten Extremitäten auf, nur dass sie nicht wie beim Frosch u. s. w. abduziert gehalten werden — denn das ist für den Fisch die natürliche Extremitätenhaltung — sondern anormaler Weise adduziert.

Es scheint also die Abduktion der gekreuzten Extremitäten nur bei den Tieren ein allgemeines Gesetz zu sein, bei denen vollkommene Homologie der Muskeln besteht.

Die letzte Uebereinstimmung zwischen der einseitig labyrinthlosen Taube und dem operierten Barsch beruht darin, dass bei beiden der größte Teil der Ausfallerscheinungen, denn es scheint mir unzweifelhaft, dass wir es hier mit solchen zu thun haben, erst nach einiger Zeit auftritt. Die von Ewald hierfür gegebene Erklärung, dass noch eine Zeitlang vom durchschnittenen Acusticus aus, ein Reiz ausgeübt wird, welcher das Auftreten der Erscheinungen verhindert scheint mir sehr glücklich zu sein.

Scardinius erythrophthalmus.

Die Ausfallerscheinungen sind hier zum Teil viel weniger deutlich als bei *Perca*. Es ist augenscheinlich ein Tier bei dem das Labyrinth der gekreuzten Seite im Stande ist, zum großen Teil das verlorengegangene zu ersetzen. Einen analogen Fall fand Ewald in der Dohle. Aber noch etwas anderes ist bei diesem Tier auffallend, dass nämlich die Krümmung nach der Operation nicht auf der operierten, sondern auf der gekreuzten Seite ist und dass das Tier infolge dessen sich nicht auf die operierte sondern auf die gekreuzte Seite neigt.

Gleich nach der Operation ist das Tier ganz kurze Zeit etwas matt, schwimmt aber schon nach wenigen Minuten wieder ganz munter umher. Dabei zeigt sich von Anfang an (beim rechts operierten Tier) eine schwache Neigung nach links etwa von 20°. Diese Neigung bleibt gleich sowohl beim Schwimmen am Boden wie im freien Wasser. Longitudinaldrehungen sah ich niemals.

Im Laufe der nächsten Tage nimmt die Neigung auf die linke Seite mehr und mehr zu und erreicht am 3. bis 4. Tage ihren Höhepunkt, wo man das Tier häufig um 45° und mehr geneigt sieht. Aber diese Erscheinung verringert sich bald wieder und am 8. bis 14. Tag (länger hielten sich die Tiere nicht) ist nur noch eine geringe Neigung von etwa 15° vorhanden. In den Tagen der größten Neigung ist das Tier stark nach links gekrümmt und macht auch beim Schwimmen auf dieser Seite bedeutend stärkere Schwanzschläge, so dass es sich meist in Kurven nach links bewegt. Die Anormalität in der Flossenhaltung tritt ebenso wie bei *Perca* erst nach etwa 2 Tagen auf. Die linken Flossen, und im Unterschied zu *Perca*, besonders die Bauch-

flosse werden adduziert, während die rechten Flossen in normaler Weise gespreizt gehalten werden.

Auch diese Erscheinung lässt nach einigen Tagen nach, bleibt aber doch bis zum Tode deutlich. Die Tiere sind vom 5. Tage an sehr munter und schwimmen mit Eleganz und Sicherheit.

Man sollte eigentlich meinen, dass bei diesem Tier ein Unterschied in den Erscheinungen nach linker und nach rechter Operation wäre, weil der Körper ein asymmetrisches spezifisches Verhältnis hat. Davon ist aber keine Spur zu bemerken.

Wie die Verschiedenheit in der Neigung zwischen *Scardinius* und *Perca* zu erklären ist, dass sich nämlich *Perca* der Analogie von der Taube und vom Frosch folgend auf die operierte, *Scardinius* aber auf die gekreuzte neigt, ist mir vollkommen unklar.

Wir sehen aber wenigstens, dass auch bei diesem Tier deutliche Muskelschädigungen auftreten und ich zögere nicht, besonders in Hinblick auf die momentanen Muskelzuckungen, welche bei der Durchschneidung des Acusticus auftreten und wellenartig vom Rücken bis in die Schwanzspitze verlaufen, mich der Ansicht Ewald's anzuschließen, dass ein Teil des Labyrinths in einer ganz nahen Beziehung zur Körpermuskulatur steht.

Es bleibt nun noch zu zeigen, dass die halbzirkelförmigen Kanäle des Fisches in ihrer Funktion genau denen der höheren Tiere, vor allem also denen des klassischen Objektes, der Taube entsprechen. Dazu schien mir, wie ich schon anfangs erwähnte, der Hecht das geeignete Tier zu sein.

Noch ehe ich die Ewald'sche Arbeit gelesen und daraus ersehen hatte, dass die Durchschneidung der Bogengänge nach Art der früheren Autoren ein ungeeignetes Mittel sei, um über ihre Funktion ins klare zu kommen, durchschnitt ich bei Hechten den Canalis posterior, sah aber dabei fast dieselben Erscheinungen auftreten, wie ich sie nach Totalexstirpation des ganzen einen Labyrinths beobachtet hatte. Die Tiere legten sich auf die operierte Seite und zogen die Extremitäten der gekreuzten Seite an.

Fig. 5.

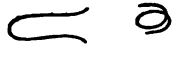


Fig. 5. Der ⊐-förmig gebogene Patindrath; derselbe mit umgebogenen Enden und der mit Papier umwickelte und durch den Drath eingeschnürte Kanal.

Später versuchte ich es mit einer andern Methode. Da die Plombierung eines Kanals, wie sie Ewald an Tauben ausführte, beim Hecht nicht möglich ist, setzte ich die beiden Canales posteriores da-

durch außer Funktion, dass ich sie durch eine Ligatur zusammenschnürte. Es wurde der knorpelige Kanal frei präpariert, aufgeschnitten und um den häutigen Kanal ein feiner Streifen Seidenpapier geschlungen. Ueber diesen Papierring, welcher eine Durchschnürung des Kanals verhüten sollte, schob ich einen U-förmig gebogenen Platindrath (siehe Fig. 5), bog die freien Enden über den Kanal und drückt nun mit einer Pinzette den Drath fest zusammen (Fig. 5). So gut diese Ligaturen nun auch auf beiden Seiten angebracht waren, eine deutliche Reaktion des Fisches war nicht zu bemerken.

Mit ebensowenig Erfolg versuchte ich eine mit physiologischer Kochsalzlösung gefüllte und mit einem langen sehr dünnen Gummischlauch versehene Glaskapillare in den Kanal einzubinden. Bei einem 60 cm langen Hecht ist der Kanal noch viel zu dünn um einer feinen Kapillare den Eintritt zu gestatten.

Eine vierte Methode wurde endlich mit Erfolg angewandt. Es war die des pneumatischen Hammers. Ich wandte ihn nicht in der von Ewald auf S. 259 beschriebenen Form an, sondern modifizierte ihn etwas.

Fig. 6.

Fig. 6. Pneumatischer Hammer mit Quecksilberfaden und Schlauch.

In eine Glaskapillare von einem Millimeter im äußern Durchmesser und etwas mehr als $^1/_2$ Millimeter im Lichten wird eine feinere mit einem Knöpfchen versehene so hineingepasst, dass das Knöpfchen grade das Lumen ausfällt. Das andere Ende der inneren Kapillare trägt ebenfalls ein Knöpfchen, welches etwas größer als das Lumen der Röhre ist, so dass es nicht in dieselbe hineinrutschen kann. Die äußere Kapillare hat eine Länge von $2^1/_2$ cm, die innere von $1^1/_2$ cm. In die äußere Kapillare wird ein kleiner Quecksilberfaden gebracht, die Glasnadel (der Hammer) hineingesteckt und auf das freie Ende des Röhrchens ein feiner Schlauch von 1,8 Millimeter äußern Durchmesser gesetzt, der am andern Ende durch eine Ligatur fest zugebunden ist. Drückt man jetzt auf den Schlauch so wird der Hammer aus der Röhre herausgedrückt und beim Loslassen wieder in dieselbe hineingezogen. (Siehe die Anordnung des kleinen Apparats in Figur 6.) Die Anbringung des pneumatischen Hammers war folgende: Der knorpelige Kanal des hinteren Bogenganges wurde freipräpariert der Kanal an der höchsten Stelle auf einer Strecke von $^1/_2$ cm geöffnet, so dass hier der Bogengang nur in einer halbkreisförmigen Rinne lag. Dann wurde der pneumatische Hammer von hinten schräg gegen den Bogengang gesetzt, von unten her durch Wattepolster gestützt und mittels einer Anzahl von Fäden, welche durch den Kopfknorpel ge-

zogen wurden, in der richtigen Lage fixiert. Um das ganze wurde noch zum Schutz gegen das Wasser eine dünne Lage Watte gelegt und mit Gelatine verschlossen. Eine Abschnürung des Kanals nach vorne hin wurde nicht vorgenommen. Wenn jetzt auf den Schlauch gedrückt wurde, so schob der schräg nach vorne gerichtete Hammer die Endolymphe vor sich her, d. h. es entstand ein Strom im Bogengang von der Ampulle fort.

War der im Wasser am Boden liegende Fisch, am rechten Canalis posterior mit dem Hammer versehen, so beugte er im Augenblick des Drückens den Kopf nach links und unten, das ist genau in der Richtung des rechten hinteren Bogenganges und zwar im Sinne der Strömung von der Ampulle fort. Zu gleicher Zeit trat Nystagmus des rechten Auges und Bewegung der rechten Brustflosse auf. Gleich nach der Erregung sank der Kopf wieder in die normale Lage zurück. Ließ ich jetzt den Schlauch frei, so dass der Hammer zurückgezogen, im Bogengang also ein Strom zur Ampulle hin erzeugt wurde, so fand außer Augen- und Flossenbewegung ein schwaches Heben des Kopfes im Sinne des Bogenganges statt.

Dieses Ergebnis stimmt vollkommen mit dem von Ewald mit derselben Methode an Tauben gewonnenen überein. Er fand nämlich am Canalis posterior: Bei Strömung der Endolymphe vom Ampullenende fort starke Bewegung des Kopfes im Sinne des Kanals von der Ampulle fort, bei Strömung zum Ampullenende hin schwache Bewegung im Sinne des Kanals zur Ampulle hin.

Wir sehen also aus diesem Versuch, dass wir es bei den halbzirkelförmigen Kanälen der Fische funktionell genau mit demselben Organ zu thun haben wie bei den höhern Wirbeltieren und dass die negativen Resultate, welche hauptsächlich Steiner an Haifischen erzielt hat, entweder auf mangelhafter Methode oder schlechter Beobachtung beruhen müssen.

Fassen wir diese Resultate an Fischen zusammen, so scheint daraus die statische Funktion des Labyrinthes, welche hauptsächlich in den Otolithenapparaten liegen mag, mit ziemlicher Sicherheit hervorzugehen, weil die doppelseitig operierten Tiere vorzugsweise in der Lage schwimmen, welche ihnen durch ihr spezifisches Verhältnis zukommt. Andrerseits bestätigt sie die von Ewald aufgestellte Theorie des Tonuslabyrinthes.

Wenn man nun die Frage stellt, ob der junge Fisch die Erhaltung des Gleichgewichts mittels des Labyrinthes erst lernt oder ob sie ihm angeboren ist, so kann ich sie in der Allgemeinheit noch nicht beantworten. Von einigen jedoch möchte ich mit Bestimmtheit behaupten, dass sie die Gleichgewichtserhaltung erst während des Lebens erlernen. Es schwimmt zwar jeder junge Fisch, wenn er das Ei verlässt, mit Erhaltung des Gleichgewichts auf dem Bauch, aber damit

ist durchaus nicht bewiesen, dass er in irgendwelcher Weise bei der Gleichgewichtserhaltung thätig ist.

Es könnte ja sehr gut das Gleichgewicht in der Jugend mechanisch erhalten werden und der Schwerpunkt erst in späterer Zeit nach oben rücken. Dies ist nun in der That bei einigen Fischen der Fall und zwar sind das Tiere, welche mit wenig ausgebildetem Labyrinth aus dem Ei schlüpfen.

Um diese Frage genauer zu untersuchen, mangelte es leider zur Zeit an lebendem Material. Mit Sicherheit kann ich es nur vom Haselfisch (*Squalius leuciscus*) und vom Zander (*Lucioperca sandra*) behaupten. Wahrscheinlich ist es auch beim Hecht und vielleicht noch bei vielen andern Fischen ebenso.

Diese mechanische Erhaltung des Gleichgewichts kommt auf folgende Weise zu Stande: Beim Haselfisch, beim Zander und auch beim Hecht bleibt die embryonale Kopfkrümmung noch lange Zeit nach dem Ausschlüpfen aus dem Ei bestehen, während sich der übrige Körper sofort streckt. In dieser Krümmung liegt die sich entwickelnde Blase, so

Fig. 7.

Fig. 7. Junger Zander 14 Tage nach dem Ausschlüpfen. (Mit dem Prisma gezeichnet und verkleinert. Natürliche Länge 1 cm.) Die Linie geht durch die Mitte der Blase und zeigt, dass das größere Körpergewicht unter der Blase liegt.

dass der größte Teil des Körpers gewissermaßen unter ihr aufgehängt ist. Dies Verhältnis ist leicht aus der Fig. 7 zu ersehen. Tötet man kleine Haselfische oder junge Zander vorsichtig durch Erwärmen oder mit Formaldehyd, so sieht man beim Drehen des Gefäßes, dass immer die Bauchlage beibehalten wird und zwar so, dass die Längsaxe der Blase mit der Wasseroberfläche parallel ist (siehe Fig. 7). Genau in derselben Lage schwimmt auch der lebende Fisch im Bassin umher. Erst nach einigen Wochen gleicht sich die Krümmung aus und damit tritt das Tier allmählich in das Stadium des labilen Gleichgewichts, denn jetzt ist es durch die vollkommene Ausbildung des Labyrinthes allen Anforderungen gewachsen. Man könnte nun allerdings dagegen einwenden, dass die Krümmung und die damit verbundene hohe Lage der Blase gar nicht zu einem bestimmten Zweck da wäre, sondern nichts anders als eine zwecklos zurückgebliebene embryonale Krümmung sei. Ich meine aber, dass es für die zweckmäßige Bewegung viel vorteilhafter ist, wenn das Tier grade ist und wir sehen auch, dass in der That bei den Salmoniden und wohl auch bei den Selachiern, die Kopfkrümmung gleich nach dem Ausschlüpfen

verschwindet; ob das damit zusammenhängt, dass bei diesen Tieren schon beim Verlassen des Eies das Labyrinth vollkommen ausgebildet ist, wage ich noch nicht zu entscheiden. Ich werde aber, so wie sich mir geeignetes Material darbietet, mich dieser Frage wieder zuwenden.

Die hier beschriebenen Versuche wurden zum Teil in Stettin, zum Teil in der Fischzuchtanstalt des bayerischen Landesfischereivereins in Starnberg gemacht. Ich spreche an dieser Stelle dem Vorstand des Vereins Herrn Schillinger meinen Dank dafür aus, dass er mir das Arbeiten in der Anstalt ermöglichte.

Zur Morphologie und Embryologie eines Tardigraden.
(*Macrobiotus Macronyx*.)

Vorläufige Mitteilung I.

Von **R. v. Erlanger**,

Privatdozent der Zoologie.

(Aus dem zoologischen Institut zu Heidelberg.)

Vor mehr als vierzig Jahren erschien die erste und einzige Arbeit, welche die Embryologie der Tardigraden behandelt, daher ist es auch natürlich, dass unsere Kenntnisse über diesen Gegenstand, anbetracht der damaligen unvollkommenen Methoden, sowie der Unwissenheit in Bezug auf die Keimblätter überhaupt und diejenigen der Wirbellosen insbesondere, höchst dürftige sind. Ja das Wenige, was Kauffman mitteilt, ist eher dazu geeignet falsche Vorstellungen zu erwecken.

Mit Freuden ergriff ich daher die mir von meinem Freunde Herrn Rob. Lauterborn gebotene Gelegenheit, das interessante Thema wieder zu bearbeiten.

Dank Herrn Lauterborn steht mir ein äußerst reiches, vorzüglich konserviertes Material zu gebote, von welchem ich bis jetzt noch nicht den fünften Teil verarbeitet habe.

Die Furchung habe ich bis jetzt nicht erschöpfend behandeln können, wegen Mangel an lebendem Material, an welchem sich dieser Teil der Untersuchung viel leichter anstellen lässt. Ich will daher nur so viel erwähnen, dass die Furchung eine totale und nahezu äquale ist. Dieselbe führt schließlich zur Bildung einer länglich ovalen Blastula mit etwas exzentrisch, dem Hinterende genähert liegenden Furchungshöhle, welche eine ziemlich ansehnliche Größe erreicht, indem der Durchmesser derselben etwa die Hälfte der Längsaxe einnimmt.

Von der Blastula ab habe ich alle Stadien bis zum Ausschlüpfen wiederholt und eingehend studiert und will hier kurz das Wichtigste zusammenfassen.

Zunächst geht aus der Blastula durch Einstülpung des vegetativen Pols eine Gastrula hervor, deren Ektoderm am Vorderende dicker als

am Hinterende ist. Die eingestülpten Zellen, aus welchen der Urdarm hervorgeht, sind etwas reichlicher als die Ektodermzellen mit Dotter versehen. Ueberhaupt sind die Eier, wie aus dem Furchungstypus hervorgeht dotterarm. Der Blastoporus ist sehr klein und verhältnismäßig kurz und stellt eine ovale Oeffnung vor. Der anfangs sphärische Urdarm streckt sich immer mehr und wächst nach dem späteren Kopfende aus. Der Blastoporus, welcher sich bald schließt, entspricht der Durchbruchsstelle des bleibenden Afters.

Bei der Invagination werden einige Ektodermzellen mit in das Bereich des Urdarms eingezogen und daraus geht der recht kurze Enddarm hervor.

Nun beginnt der Embryo, durch stärkeres Längenwachstum, sich in der Eihülle ventralwärts einzukrümmen und gleichzeitig sondert sich der Urdarm in zwei nahezu gleiche Abschnitte, wovon der vordere den ganzen Vorderdarm mit Ausnahme des Mundzapfens, der hintere den Mitteldarm oder Magen abgibt.

Bald lässt der Embryo eine höchst deutliche Segmentierung in einen Kopf und vier Rumpfsegmente erkennen und gleichzeitig treten jederseits am Darm 4 Ausstülpungen oder 4 paarige Cölomsäcke auf. Zuerst erscheint das Cölompaar des hintersten Rumpfsegmentes, gleich darauf dasjenige des Kopfes, darauf die Cölomsäcke des ersten Rumpfsegmentes und gleich darauf successive diejenigen des 2. und 3. Rumpfsegmentes.

Das Kopfcölom schnürt ventralwärts in paare Säcke ab, welche die Anlagen des 1. Beinpaares sind. Die Cölomsäcke des 2. und 4. Rumpfsegmentes liefern die Extremitäten der betreffenden Segmente, während aus den Cölomsäcken des 3. Rumpfsegmentes außer dem Extremitätenpaar noch die Geschlechtsorgane, d. h. Gonade und Anhangsdrüse sowie ein Paar Mitteldarmdrüsen hervorgehen. Zunächst bildet sich die Gonade als unpaare dorsale und mediane Ausstülpung des Mitteldarms, dann gleichzeitig als weitere Ausstülpungen des Mitteldarmes und 3. Rumpfsegment die unpaare Anhangsdrüse des Geschlechtsapparates, sowie die beiden Mitteldarmdrüsen, welche von Plate als Malpighi'sche Drüsen gedeutet wurden.

Die entodermale Entstehung derselben lässt die Plate'sche Deutung als höchst unwahrscheinlich erscheinen. Bei gewissen Krebsen gibt es ja paarige Mitteldarmdrüsen, welche eine exkretorische Funktion besitzen; die histologische Untersuchung wird ergeben, ob die Mitteldarmdrüsen der Tardigraden dieser Bildungen homolog sind. Ebensowenig spricht die Entstehung der unpaaren Anhangsdrüse dafür, dass dieselbe wie v. Kennel meint, eine rückgebildete Gonade wäre, da sie in der Mittellinie angelegt wird und erst später entsteht als die Gonade selbst.

Wenn alle Extremitäten ausgebildet sind, hat sich der Darmtraktus noch weiter differenziert. Aus dem vorderen Abschnitt sind von vorn nach hinten der Pharynx, der Schlundkopf oder Saugmagen und der Oesophagus entstanden, aus dem hinteren Abschnitt der Magen und der ektodermale Enddarm.

Der Mundzapfen entsteht ziemlich spät als eine Wucherung des Ektoderms, von welcher auch die Zähne abgesondert werden, welche daher nicht auf Extremitäten zurückgeführt werden können. Gleichzeitig, d. h. auch recht spät entstehen die Speicheldrüsen als ektodermale Einstülpungen, welche unmittelbar hinter dem Mundzapfen in den Vorderdarm einmünden.

Aus den Cölomsäcken gehen die Muskeln, sowie die Drüsenzellen der Extremitäten hervor. Die Entstehung der Blutkörperchen habe ich noch nicht feststellen können. Dieselben scheinen sich erst nach dem Ausschlüpfen zu bilden.

Die vier Ganglienpaare der Bauchkette, sowie das paarige untere Schlundganglion, entstehen aus einer ventralen Verdickung des Ektoderms an der Einkrümmungsgegend des Embryo und lösen sich relativ spät vom äußeren Keimblatt ab. Seitlich in der Kopfgegend und dorsalwärts vom Darm tritt eine paarige Wucherung des Ektoderms auf, welcher sich jederseits bald in drei Abschnitte sondert. Der ventralste bildet das obere Schlundganglion oder Gehirn, der mittlere das Ganglion opticum, der dorsalste das Auge.

Ich kann erst später die Histiogenese und Histiologie, welche manches Interessante bieten, behandeln und will nur hinzufügen, dass das Auge von *Macrobiotus Macronyx* im Gegensatz zu dem, was Plate von anderen Formen mitgeteilt hat, durchaus kein einfacher Pigmentfleck ist. Das Auge ist hier ziemlich kompliziert gebaut und invertiert indem der sehr dicke Sehnerv, vom Ganglion opticum von vorn nach hinten in den Augenbecher umbiegt und in die Retina übergeht. Der Augenbecher besteht aus einer Anzahl von Ommatidien, indem jede Sehzelle von mehreren Pigmentzellen umgeben wird. Ferner besitzt das Auge eine einheitliche, stark gewölbte, sehr deutliche Linse. Der feine Strang, welcher vom Augenbulbus nach hinten zum ersten Rumpfganglion zieht, ist höchst wahrscheinlich kein Nerv, sicherlich kein Sehnerv, sondern wahrscheinlich bindegewebiger Natur.

Bis jetzt ist es mir nicht gelungen, weitere Sinnesorgane nachzuweisen.

Antennen fehlen sogar in der Entwicklungsgeschichte gänzlich, dagegen zeigt sich auf einen gewissen Stadium hinter dem After und zwischen dem letzten Beinpaar ein weiteres kleines Segment, welches bald zurückgebildet wird. Dasselbe hat an seinem freien Hinterende 3 kleine Auswüchse einen medianen unpaaren längeren und zwei seitliche kürzere. Man kann darin ein Rudiment eines Postabdomens oder

Schwanzes erblicken, woraus entnommen werden kann, dass einige, wenn nicht alle Rumpfsegmente ein Abdomen vorstellen.

Meine eigene Auffassung geht vorläufig dahin, dass das Kopfsegment mit dem 1. und 2. Rumpfsegment einen Cephalothorax vorstellt, darauf würde ein aus dem 3. und 4. Rumpfsegment gebildetes Abdomen folgen und schließlich ein rückgebildetes Postabdomen oder Schwanz. Für die Sonderung des Rumpfes in Cephalothorax (mit dem Kopf) und Abdomen spricht der Umstand, dass der Geschlechtsapparat und Mitteldarmdrüsen im 3ten Segment gebildet werden. Die Anlagen eines Herzens oder Kiemen ließen sich nicht nachweisen.

Heidelberg, den 24. Juli 1894.

Die stammesgeschichtliche Verschiebung der Längenverhältnisse von Arm und Bein beim Menschen.

Von **Wilhelm Haacke**.

Das wundervolle Werk der Vettern Sarasin über „Die Weddas von Ceylon und die sie umgebenden Völkerschaften“ (Wiesbaden 1892—93) beschäftigt sich u. a. auch eingehend mit den Längenverhältnissen der menschlichen Gliedmaßen und gibt mir Veranlassung, ein von mir entdecktes und in meiner „Schöpfung der Tierwelt“ (Leipzig, 1893) sowie in meinem Werke „Gestaltung und Vererbung“ (Leipzig, 1893) besprochenes gesetzmäßiges Verhalten der Säugetierextremitäten in Bezug auf seine Giltigkeit für die Längenverhältnisse der menschlichen Extremitäten zu schildern.

Dieses gesetzmäßige Verhalten gibt sich dadurch kund, dass während der Stammesentwicklung der Säugetiere in allen Abstammungsreihen die Armlänge, gemessen an der der Beine, immer beträchtlicher und umgekehrt die relative Länge der Beine immer geringer geworden ist. Niedrig organisierte Säugetiere haben kurze Vorder- und lange Hinterextremitäten, hochentwickelte dagegen lange Arme und kurze Beine.

Dieser Satz ist nun nicht etwa so zu verstehen, dass z. B. bei sämtlichen Affen die Arme im Verhältnis länger und die Beine im Verhältnis kürzer wären, als bei irgend einem Halbaffen, oder dass bei allen Hochsäugern (Placentaltieren) die relative Armlänge beträchtlicher, die der Beine weniger beträchtlich wäre, als bei irgend einem Beuteltiere; das von mir entdeckte Gesetz gilt vielmehr nur für die zu einer und derselben Abstammungsreihe gehörigen Säugetiere, nur für die Glieder eines Stammes, die in die direkte Vorfahren- und Nachkommenlinie eines Individuums fallen. Die jüngeren Glieder einer Deszendenzreihe haben relativ längere Arme und kürzere Beine als die älteren, und von den ältesten nach den jüngsten Stammesgenossen

hin werden die Arme sowohl absolut als auch relativ immer länger, die Beine absolut zwar auch meistens länger, dagegen relativ immer kürzer.

Wollen wir das stammesgeschichtliche oder phylogenetische Längengesetz der Extremitäten in eine schärfere Fassung bringen, so haben wir zu sagen, dass der Intermembralindex im Laufe der Phylogenesis oder Stammesgeschichte der Säugetiere immer höher wird. Wir können das betreffende Verhalten der Säugetierextremitäten deshalb auch als den Ausdruck des Gesetzes des steigenden Intermembralindex bezeichnen.

Durch den Intermembralindex gibt man bekanntlich die Armlänge in Prozenten der Beinlänge an, wobei man unter Armlänge die Summe der Längen von Oberarmknochen und Elle (Humerus + Radius, unter Beinlänge die Summe der Längen von Oberschenkelknochen und Schienbein (Femur + Tibia) versteht. Der Intermembralindex wird also aus folgender Gleichung berechnet: (Femur + Tibia): (Humerus + Radius) = 100 : x. Daraus ergibt sich: Intermembralindex = $\frac{(\text{Humerus} + \text{Radius}) \cdot 100}{(\text{Femur} + \text{Tibia})}$.

Es handelt sich beim Gesetze des steigenden Intermembralindex um eine stammesgeschichtliche Wachstumsverschiebung, die stetig in einer und derselben Richtung fortgesetzt wird, und die ich im Allgemeinen dadurch erkläre, dass im Laufe der phylogenetischen Entwicklung das Vorderende des Säugetierkörpers gegenüber dem Hinterende begünstigt wurde, wie wir es auch bei sämtlichen übrigen Wirbeltieren sowie auch bei den Arthropoden (Insekten, Spinnentieren, Krustern) sehen. Der Körper wird gewissermaßen zusammengezogen: seine hinteren Folgestücke oder Metameren — das sind z. B. bei den Wirbeltieren die den einzelnen Wirbeln entsprechenden Querstücke des Körpers — kommen in Wegfall. Bei den Arthropoden verschwinden mit den hinteren Körperringen auch die Gliedmaßen, die an ihnen befestigt sind, während die nächstgelegenen Metameren und die etwa daran sitzenden Gliedmaßen gleichfalls zurückgebildet werden. Bei den Säugetieren wird die Anzahl der Schwanzwirbel nach und nach verringert, die relative Länge der Hinterbeine reduziert.

Für das Zustandekommen dieser Zusammenziehung des Körpers in ein einheitlicheres Gebilde und für den sie begleitenden Fortfall der hintersten Metameren und die damit zusammenhängende Verkümmerung der diesen zunächst gelegenen Teile des Rumpfes und der benachbarten Gliedmaßen mache ich diejenige Form der Naturauslese verantwortlich, die ich in meinen oben genannten Werken als Gefügezuchtwahl oder konstitutionelle Auslese bezeichnet habe. Das Wirken einer solchen konstitutionellen Zuchtwahl drückt sich meiner Ansicht nach darin aus, dass diejenigen Organismen über-

leben, bei denen die einzelnen Teile des Körpers am engsten verschmolzen sind, während die übrigen untergehen.

Die Resultate der Gefügezuchtwahl beobachten wir in sämtlichen Tierreihen, und das Entwicklungsgesetz, das sich darin ausspricht, können wir als das der Verschmelzung benachbarter gleichwertiger Organe bezeichnen. Bei den Schädeltieren sind z. B. die Kopfwirbel miteinander verschmolzen, bei vielen Krebstieren diejenigen Rumpfstücke, die die Kopfbrust oder den Cephalothorax bilden; bei dem Menschen die Steisbeinwirbel. Diese Verschmelzung kommt dadurch zu Stande, dass die einzelnen Zellen und Zellengruppen des Körpers nach und nach ihre Selbständigkeit mehr und mehr einbüßen.

Es ist nicht nötig, dass ich hier eingehender auf diese Wirkung der konstitutionellen Zuchtwahl eingehe; genug, dass ich die phylogenetische Verkleinerung der relativen Armlänge und die Vergrößerung der relativen Länge der Beine bei den Säugetieren auf konstitutionelle Zuchtwahl zurückführe. Ich hoffe bald Gelegenheit zu haben, in eingehenden Tabellen über die relative Extremitätenlänge der Säugetiere zu zeigen, dass ich in Bezug auf die Thatsachen wenigstens Recht habe, dass diese Thatsachen den Beweis erbringen werden, dass die stammesgeschichtliche relative Verlängerung der Arme und Verkürzung der Beine eine stetig nach einer und derselben Richtung hin fortgesetzte war und nie eine auch nur vorübergehende Umkehr erlitt.

Mit dem von mir behaupteten Verhalten der Säugetierextremitäten stimmen die Schlussfolgerungen nicht, die die Vettern Sarasin teils aus selbst gefundenen, teils aus von ihnen zusammengestellten Thatsachen gezogen haben. Es lässt sich aber leicht der Beweis führen, dass die von diesen Herren diskutierten Thatsachen dem von mir entdeckten Gesetze durchaus entsprechen.

Untersuchen wir zunächst das Verhalten der Arme und geben wir deren Länge in Prozenten der Körperhöhe an, so ergibt sich zwar, dass die Europäer verhältnismäßig kürzere Arme haben als die zweifellos tieferstehenden Neger, und diese wieder kürzere als die auf noch tieferer Entwicklungsstufe stehenden Buschleute, denen sich die Weddas von Ceylon anschließen. In Bezug auf die in Prozenten der Körpergröße angegebene Länge der Beine zeigt es sich aber gleichfalls, dass der Europäer kürzere Unterextremitäten hat als der Neger, dieser kürzere als der Buschmann und dieser kürzere als der Wedda. Diese Angaben mit Ausnahme der auf die Weddas bezüglichen haben die Herren Sarasin nach Humphry's Tabellen wiedergegeben. Nach Topinard haben die Europäer verhältnismäßig kürzere Beine als die Hindus, diese kürzere als die Australier, diese kürzere als die Neger und diese kürzere als die Neukaledonier. Die Weddas haben nach den Vettern Sarasin wieder kürzere als die Neukaledonier. Es wird also, wie die Herren Sarasin mit Recht betonen, aus diesen An-

gaben klar, dass sich die niederen Menschenrassen durch relativ längere Unterextremitäten von den Europäern unterscheiden. Und wenn nun auch, gemessen an der Körperhöhe, die Armlänge der niederen Rassen ebenfalls beträchtlicher ist als beim Europäer, so ist doch der Intermembralindex beim Europäer und bei einer Anzahl anderer Rassen, z. B. bei Eskimos und Lappen, höher als bei Weddas, Andamanesen, Australiern und Negern, und nur für ihn, nicht aber für das Verhältnis der Extremitätenlänge zu der des Körpers gilt unser Satz.

Die Herren Sarasin beantworten die Frage, was sich ergebe aus der Thatsache, dass der Intermembralindex bei den Europäern und bei einer Anzahl anderer höherer Menschenrassen höher sei als bei den Weddas, Andamanesen, Australiern und Negern, folgendermaßen: „Die meisten Autoren ziehen den Schluss, dass die Varietäten mit hohem Intermembralindex durch relativ längere Arme von denen mit niedrigerem sich unterscheiden, wonach also die Europäer längere Arme als die angeführten dunkelfarbigen Stämme besitzen würden. Es ist dies aber ein Fehlschluss; denn wir haben ja oben schon durch Messung an Lebenden sowohl, als am Skelette nachgewiesen, dass die Weddas zum Beispiel im Verhältnis zur Körpergröße ganz merklich längere Arme haben, als die Europäer, und dasselbe gilt, wie wir wissen, für eine ganze Reihe anderer Stämme. Wenn nun trotz dieser sicher konstatierten Verlängerung des Armes der Intermembralindex beim Wedda niedriger ist als beim Europäer, so bedeutet dies nichts anderes, als eine Verlängerung auch der unteren Extremitäten, gegenüber dem Europäer.“ „Es steht also die sonderbare Thatsache fest, dass die Weddas und eine Anzahl anderer, niederer Varietäten nicht nur durch relativ längere Arme, sondern auch durch ebensolche Beine von den Europäern sich unterscheiden. Große Länge der Arme erscheint nun bekanntlich als ein pithekoides Merkmal, Länge der Beine dagegen durchaus nicht, indem mit einziger Ausnahme des Hylobates die Anthropoiden kurze Unterextremitäten besitzen.“ „Es ließe sich daher die Vermutung aufstellen, dass die Stammform des Menschen in den Verhältnissen ihrer unteren Extremitäten sich ähnlich wie der Hylobates verhalten habe. Unmöglich wäre dies ja nicht, aber wir möchten doch eher annehmen, dass die Länge der Beine als ein selbständiger Erwerb niederer Menschenvarietäten aufzufassen sei und dass der Europäer wieder sekundär, durch Verkürzung der unteren Extremitäten, in diesem Punkte eine Annäherung an die höheren Anthropoiden zeige.“

Wenn diese Annahme der Herren Sarasin richtig wäre, so wären zunächst aus langarmigen und kurzbeinigen Anthropoiden durch Verlängerung der Beine langbeinige und langarmige niedere Menschen entstanden und aus diesen durch eine Verkürzung der Beine die Euro-

päer und diejenigen Menschenrassen, die sich ähnlich verhalten wie diese. Es hätte also keine stetige Verkürzung der Beine in der Vorfahrenreihe der Europäer stattgefunden. Allein das Verhalten der Intermembralindices spricht gegen diese Folgerung.

Wenn aus relativ langbeinigen und kurzarmigen Formen solche mit relativ kürzeren Beinen und längeren Armen werden sollen, so müssen sich, bezogen auf einen gemeinsamen Maßstab, entweder die Arme relativ verlängern, oder die Beine verkürzen oder gleichzeitig die Arme verlängern und die Beine verkürzen. Es kann nun sehr wohl, ohne dass das Gesetz des wachsenden Intermembralindex durchbrochen wird, der Fall eintreten, dass sich die Beine anfänglich in einem langsameren Tempo verkürzen, als die Arme sich verlängern. Dadurch müssen aber aus Formen, deren Arme in Bezug auf einen den Vorder- und Hinterextremitäten gemeinsamen Maßstab lang, deren Beine, bezogen auf denselben Maßstab, kurz sind, zunächst langarmige und langbeinige Formen wie die Weddas es sind, entstehen. Später konnten sich dann die Beine in einem schnelleren Tempo verkürzen, als die Arme sich verlängern konnten, wodurch aus den langarmigen und langbeinigen Formen langarmige und kurzbeinige werden mussten. Solche haben wir in den Europäern mit ihrem hohen Intermembralindex vor uns.

Aehnliches gilt für die Menschenaffen. Der höchstentwickelte unter diesen, der Gorilla, hat einen weit höheren Intermembralindex als die tiefstehende Gattung der Anthropoiden, die der Gibbons (*Hylobates*).

Die von den Vettern Sarasin beigebrachten Thatsachen rechtfertigen also nicht den Schluss, den diese Herren daraus gezogen haben, sondern stimmen mit dem von mir behaupteten Satze über das relative Längenwachstum der Säugetierextremitäten im Laufe der Stammesgeschichte überein.

Der Gibbon zeigt ein ähnliches Verhalten wie der Wedda, und der Gorilla ein ähnliches wie der Europäer, und daraus ergibt sich ein Parallelismus der stammesgeschichtlichen Entwicklung zwischen Menschen und Anthropoiden. Der Stammbaum des Menschengeschlechts hängt mit dem der Menschenaffen nur an der Wurzel zusammen; von gemeinsamen Vorfahren stammen einerseits die Anthropoiden, anderseits die Menschen ab. Aber sowohl bei diesen als auch bei jenen hat sich dasselbe Entwicklungsgesetz geltend gemacht. Es kann deshalb nicht gut davon die Rede sein, dass sich die Vorfahren von Europäer und Gorilla einander durch „konvergente“ Entwicklung in ihren Formenverhältnissen genähert hätten. Vielmehr haben die Vorfahren des Menschen auf der einen, die des Gorilla auf der andern Seite nur die Entwicklung in der von den gemeinsamen Stammvätern überkommenen Richtung fortgesetzt, wodurch notwendigerweise die

höchste Menschenrasse der höchsten Anthropidenart ebenso ähnlich werden musste wie die niederste Menschenrasse der niedersten Anthropoidenart.

Das Gesetz des stammesgeschichtlichen Wachsens des Intermembralindex ist Teil eines allgemeinen Entwicklungsgesetzes, dem zufolge jedes Organ die einmal eingeschlagene Entwicklungsrichtung beibehält. Dieses Gesetz habe ich in meinem Werke „Gestaltung und Vererbung" (Leipzig, 1893) als Orthogenesis, Entwicklung in gerader Richtung, bezeichnet, während ich jenes schon besprochene Gesetz, dem zufolge der Körper der Organismen immer einheitlicher wird, mit dem Namen Epimorphismus belegt habe. Auf den Epimorphismus hat unter den Botanikern namentlich Nägeli, unter den Zoologen Eimer hingewiesen.

Dieses Gesetz findet auch noch in anderen als den angeführten Thatsachen über die relative Extremitätenlänge der Menschenrassen und Anthropoidenarten seinen Ausdruck.

Unter diesen Thatsachen verdient namentlich das Gesetz der Verminderung des Vorderarm- oder Antebrachialindex unsere Beachtung. Unter Antebrachialindex versteht man die Länge des Radius ausgedrückt in Prozenten des Humerus. Er wird durch folgende Gleichung gefunden: Humerus : Radius = 100 : x, woraus sich der Antebrachialindex als $\frac{\text{Radius} \cdot 100}{\text{Humerus}}$ ergibt. Der Antebrachialindex ist nun beim Europäer kleiner als beim Neger, bei diesem kleiner als beim Wedda und beim Wedda kleiner als beim Andamanesen. Beim Gorilla ist er kleiner als beim Schimpanse, bei diesem kleiner als beim Orang. Er ist auch beim Fötus und beim Kinde des Europäers kleiner als beim Erwachsenen. Die höheren stammes- und keimesgeschichtlichen Formen haben mit andern Worten einen relativ kürzeren Unterarm als die tieferen.

Aehnliches finden wir am Bein. Der Tibiofemoralindex, der die Länge des Unterschenkels, bezw. des Schienbeins oder der Tibia in Prozenten der Oberschenkellänge, bezw. der Länge des Oberschenkelknochens oder Femur angibt, ist beim Wedda bedeutend höher als beim Europäer; auch die Andamanesen, Negritos, Australier, Tasmanier, Neger, Indianer und Feuerländer haben einen hohen Tibiofemoralisindex, wie sie ja auch einen hohen Antebrachialindex aufweisen. Sie haben relativ lange Unterschenkel sowohl als auch Vorderarme. In ähnlicher Weise wie bei den Menschenrassen ist beim Orang der Tibiofemoralindex höher als beim Schimpanse, beim Schimpanse höher als beim Gorilla.

Auch dieser Parallelismus zwischen den Anthropoiden und dem Menschen darf nicht, wie es auch die Herren Sarasin thun, als Konvergenzerscheinung bezeichnet werden. Es herrscht vielmehr hier wie

dort das Gesetz des Epimorphismus mit seinem Unterprinzip der Orthogenesis. Wollte man die Uebereinstimmung zwischen Europäer und Gorilla, die beide kurze Unterschenkel und kurze Unterarme haben, als eine Konvergenzerscheinung deuten, so würde man sagen müssen, dass der Europäer in Bezug auf die Längenverhältnisse von Ober- und Unterschenkel sich affenartiger verhielte als die niederen Völkerrassen. Das ist aber nicht der Fall. Vielmehr hat der Europäer sich ebenso weit von den niederen Menschenrassen entfernt wie der Gorilla von den niederen Anthropoidenarten. Das zeigt sich auch bei sei seiner individuellen Entwicklung. In den frühesten Lebensperioden ist der Oberschenkel relativ kürzer als später; erst zur Zeit der Pubertät hat er seine größte relative Länge.

Eimer hat das Gesetz der männlichen Präponderanz aufgestellt, dem zufolge das männliche Tier dem weiblichen in der stammesgeschichtlichen Entwicklung voranschreitet. Dieses Gesetz muss auch auf den Menschen seine Anwendung finden.

Wir haben gesehen, dass die Europäer einen höheren Intermembralindex haben als die niederen Menschenrassen. Nach dem Gesetz der männlichen Präponderanz müsste demnach auch das Weib einen niedern haben als der Mann. Das ist auch in der That der Fall. Sowohl bei den europäischen Frauen als auch bei denen der Weddas, Neger und Australier ist der Intermembralindex nicht so hoch wie beim Manne. Beim Manne haben sich die Arme schneller verlängert, die Beine schneller verkürzt als beim Weibe.

Man könnte nun ferner zu dem Schlusse gelangen, dass der Mann dem Weibe auch in Bezug auf die Verringerung des Antebrachial- und des Tibiofemoralindex voraneilen müsste. Wenn dieser Schluss gerechtfertigt ist, so müsste das Weib höhere Indices haben als der Mann; denn die niederen Menschenrassen und die niederen Anthropoiden haben höhere als die höheren Vertreter des Menschengeschlechts und der Menschenaffen. Aber die Folgerung stimmt nicht mit den Thatsachen überein: Die Indices der Weiber sind kleiner. So stimmten also unsere stammesgeschichtlichen Wachstumsgesetze nicht? Wir scheinen uns in der That zu diesem Schluss bequemen zu müssen, sagen doch auch die Herren Sarasin, dass die Thatsache des kleineren Antebrachialindex beim Weibe, der Umstand, dass das Weib einen relativ kürzeren Unterarm hätte als der Mann, einen jener merkwürdigen Fälle bilde, wo das Weib sich weiter vom Fötus und vom Anthropoiden entferne als der Mann. Wir werden aber sehen, dass uns eine eingehende Analyse eines besseren belehren wird.

Wenn wir einmal dem Gesetze des steigenden Intermembralindex auf den Grund gehen wollen, dem zufolge die Beine während der Stammes- und Keimesentwicklung relativ kürzer, die Arme relativ länger werden, so müssen wir fragen, welche Rolle die einzelnen

Strecken der Extremitäten gespielt haben. Nehmen wir, um diese Frage zu beantworten, einmal als bewiesen an, dass der Mann dem Weibe in der Entwicklung voraufgeeilt sei! Dann könnte Folgendes geschehen sein: Zunächst wurde der Oberarm des Mannes länger, nicht der Vorderarm, der Unterschenkel des Mannes kürzer, nicht der Oberschenkel. Darauf erst holte das Weib diesen stammesgeschichtlichen Fortschritt nach. Aber der Mann begnügte sich nicht mit dem erreichten: Sein Vorderarm folgte im weiteren Verlaufe der Stammesgeschichte dem Beispiel des Oberarms, der Oberschenkel dem des Unterschenkels. Das Weib hat aber bis jetzt diesen Fortschritt noch nicht nachgemacht. Aus diesem hypothetischen Gange der Stammesgeschichte folgt aber mit Notwendigkeit, dass auf ein Stadium, wo Vorderarm und Unterschenkel des Mannes relativ kurz waren, ein solches folgen konnte, wo die Längenunterschiede zwischen Ober- und Vorderarm, Ober- und Unterschenkel weniger bedeutend waren. In diesem Stadium steht der Mann heute, während das Weib es noch nicht erreicht hat. Das Weib ist also vorläufig auf einem von dem Manne bereits überwundenen Stadium stehen geblieben, und das Gesetz der männlichen Präponderanz und das des Epimorphismus bestehen zu Recht. Das letztere gilt nicht nur für den Mann, sondern auch für das Weib, wie es ja auch nicht anders sein kann, wenn wir es hier überhaupt mit einem Gesetz zu thun haben. Es hat sich also nicht, wie die Vettern Sarasin wollen, das Weib der höheren Rassen weiter von dem niederen Zustande entfernt als der Mann, sondern dieser hat es weiter gebracht als das Weib, und bei der individuellen Entwicklung des Mannes geht aus dem Fötus mit relativ langen Beinen und kurzen Armen, relativ langem Vorderarm und langem Unterschenkel durch relative und absolute Verlängerung des Vorderarms und relative Verkürzung des Oberschenkels der Erwachsene mit längeren Armen und kürzeren Beinen, mit relativ längerem Vorderarm und kürzerem Oberschenkel hervor, während sich aus dem weiblichen Fötus, der gleichfalls lange Beine und kurze Arme, lange Vorderarme und lange Unterschenkel besitzt, durch Verlängerung des Oberarms und Verkürzung des Unterschenkels das erwachsene Weib mit kürzeren Armen und längeren Beinen, kürzerem Vorderarm und kürzerem Unterschenkel als sie der Fötus besaß, entwickeln musste. Der Fötus des Weibes steht eben noch auf dem ursprünglichen Entwicklungsstadium des Mannes und bringt es nur bis zum zweiten Stadium der stammesgeschichtlichen Entwicklung des Mannes, während der männliche Fötus, nachdem er dieses Stadium durchlaufen hat, auch noch das dritte und letzte erreicht.

Aus dem Vorhergehenden ergibt sich also, dass die Verlängerung des Oberarms der des Vorderarms, die Verkürzung des Unterschenkels der des Oberschenkels vorangeht, dass sich also diejenigen Ex-

tremitätenabschnitte, die dem Rumpfe zunächst gelegen sind, leichter vergrößern und schwerer verkleinern lassen als die weiter abgelegenen. Damit haben wir ein scheinbar neues gesetzmäßiges Verhalten entdeckt, das aber schon in dem Gesetze des wachsenden Intermembralindex enthalten ist. Denn wenn dieses Gesetz, wie wir vermuteten, der Ausdruck einer stammgeschichtlichen Fortbildung der vorderen und Rückbildung der hinteren Körperhälfte ist, wenigstens insofern, als es sich um die relativen, nicht um die absoluten Maße handelt, so werden sich auch diejenigen Gliedmaaßenteile, die dem fortschreitenden Vorderende des Körpers am nächsten liegen, in unserem Falle der Oberarm, zuerst am Fortschritt beteiligen, während diejenigen, die am weitesten vom Vorderkörper entfernt sind, und das ist in unserem Falle der Unterschenkel, im geringsten Maße am Fortschritt teilnehmen können, sich also relativ zurückbilden müssen.

Damit ist das scheinbar abweichende Verhalten des Weibes als ein durchaus gesetzmäßiges nachgewiesen, und wir haben gezeigt, dass beim Menschen dieselben Wachstumsgesetze gelten wie bei den übrigen Säugetieren.

Max Fürbringer, Untersuchungen zur Morphologie und Systematik der Vögel, zugleich ein Beitrag zur Anatomie der Stütz- und Bewegungsorgane.

(Dreizehntes Stück.)

Zwar sind schon seit alters die nahen verwandtschaftlichen Beziehungen des Ohres der Vögel zu dem der Reptilien, besonders der Krokodile, bekannt und hervorgehoben worden, aber man hat bis jetzt die Beschaffenheit dieses Organes so gut wie gar nicht speziell für das ornithologische System verwertet. Trotzdem lassen sich schon heute an die Kenntnis dieses Sinneswerkzeuges einzelne taxonomische Forderungen anknüpfen, wenn auch dieselben erst dann als gut fundiert anzusehen sind, wenn ihnen umfangreiche Studien als Grundlage dienen können. Von kaum größerer Bedeutung für die Systematik ist auch das Geruchsorgan der Vögel. Abgesehen von den sehr zahlreichen, auch systematisch benutzbaren Angaben über das Verhalten der äußeren Nasenlöcher und von den mit der osteologischen Beschreibung des Kopfes zusammenhängenden Mitteilungen liegen über dieses Werkzeug ebenfalls wenig eingehende Untersuchungen vor. Bekanntlich hat man die Lage, Größe und das sonstige Verhalten der äußeren Nasenlöcher systematisch verwendet, und zwar zumeist zur Trennung kleinerer Abteilungen. So ist z. B. bei *Apteryx* die Lage, bei den *Steganopodes* und *Accipitres* die Größe derselben von Wichtigkeit. Seit langer Zeit

wurde auch die Ausbildung des Septum narium vielfach für diese Zwecke verwertet; so gab dasselbe z. B. Veranlassung zur Unterscheidung von Nares perviae (wie sie namentlich bei den Schwimmvögeln, aber auch bei anderen Gruppen, so unter anderem bei den *Ramphastidae* auftreten und N. imparviae. Als ziemlich wertlos für die Systematik betrachtet F. dagegen die Größe und Form der Nasenhöhle, die Choanen und den von der Nasenhöhle ausgehenden Nebensinus. Besonderes Interesse beanspruchen andrerseits die Nasaldrüsen, deren genaue Kenntnis wir Nitzsch verdanken. Sie sind bei den *Impennes*, *Anseres*, *Alcidae*, *Laridae* und *Limicolae* ansehnlich, bei den *Passeres*, *Pelargi-Herodii*, *Galli*, *Caprimulgidae* nur gering ausgebildet und fehlen den *Columbae*, *Cuculus*, *Coracias*, *Steatornis* etc. ganz oder sind nur durch Rudimente angedeutet. Die Verdauungsorgane, deren anatomischer Bau von zahlreichen Forschern aufs gründlichste studiert worden ist, haben im allgemeinen die Erwartungen, welche auf sie in Bezug auf die Systematik gesetzt worden sind, nicht ganz erfüllt. Von den Organen der Mundhöhle erlangen in erster Linie die Zähne und die Zunge einen gewissen systematischen Wert. Wie hinlänglich bekannt, teilte zuerst Marsh auf Grund des Vorkommens oder Fehlens aus Schmelz- und Zahnbein bestehender Zähne die Vögel in 2 Unterklassen ein, von denen die eine alle bisher genauer bekannten (bezahnten) Vögel aus Jura und Kreide, die andern die tertiären, quaternären und rezenten umfasst. Zur Gliederung der ersten Unterklasse benutzte Marsh sodann die Art der Zahnbefestigung in den Kiefern. Aber gegen diese ganz außerordentlich hohe Wertschätzung des Zahnmerkmals erhob Seeley und Dames und auch F. bald Einspruch. Jedoch war die Entdeckung Marshs die Veranlassung, dass auch die Untersuchungen darüber, ob bei den Jungen der jetzt lebenden Vögel zahnähnliche Gebilde sich finden, wieder aufgenommen wurden. Fraisse und Gardiner prüften daraufhin Embryonen verschiedener *Anseres*, *Columbae*, *Accipitres*, *Psittaci* etc., Fürbringer that dies bei mehreren *Laridae* und *Limocolae*. Als Resultat dieser Forschungen ergab sich, dass bei den Embryonen der rezenten Vögel zwar zahnähnliche Erhebungen vorhanden sind (am ausgebildetsten, wie es scheint, bei den Papageien), dieselben es aber nicht bis zur Entwicklung von spezifischen Schmelzepithelien und Dentinzellen bringen. Man kann diese Papillen deshalb nur mit den frühesten Stadien von Zahnanlagen vergleichen — sie als frühzeitig abortivierende Anlagen auffassen — und daraus schließen, dass die Vorfahren der jetzigen Vögel nicht auch Zahnvögel waren. Die bisherigen Untersuchungen haben zwar dazu keinen Beweis geliefert, die Wahrscheinlichkeit dafür ist aber in Anbetracht der Zahnbildung bei Amphibien, Reptilien und Säugetieren nicht gering. Sollte aber auch mit zunehmender Kenntnis der paläontologischen Vögel dieser Beweis erbracht werden, so würde trotzdem

F. nicht geneigt sein, das Zahnmerkmal als absolutes Differentialmoment für die beiden Hauptäste der Vögel anzuerkennen. Dagegen ist F. der Ansicht Dames', welcher auf Grund der Resultate, die Fraisse (bei Papageien) und Geoffroy St. Hilaire (bei *Struthio*) durch ihre Untersuchungen der Zahnanlagen erhalten, annimmt, dass die Carinaten einstmals Zähne in Alveolen, die Ratiten solche in Rinnen besessen haben. Allerdings hält F. fernere Untersuchungen zur festeren Begründung dieser Hypothese noch für unerlässlich. Obgleich sich die Zunge im großen und ganzen der Dimension und Form des Schnabels anschließt, weist sie doch einen außerordentlichen Wechsel und zahlreiche Abweichungen von der darnach zu erwartenden Form auf und legt dadurch genugsam Zeugnis von ihrer Selbständigkeit ab. Klein, kurz und wenig ausgebildet ist sie z. B. bei den meisten Ratiten, *Steganopodes*, *Pelargi*, schlank bei den *Alcidae*, *Laridae*, *Limicolae*, *Fulicariae*, *Herodii*, *Eurypigidae*, *Pteroclidae*, *Columbidae* etc., umfangreicher bei den *Anseres*, *Phoenicopteridae*, *Galli* und vor allem bei den *Psittacidae*, endlich beträchtlich wechselt ihre Form bei den *Impennes*, *Tubinares*, *Herodii*, *Limicolae*. Daraus ergibt sich schon, dass es einerseits fast unmöglich ist, für dieses Organ allgemeine Charaktere aufzufinden, andrerseits dasselbe aber wenigstens als gutes Differentialmerkmal für Unterfamilien und Gattungen dienen kann. Auch die in sehr mannigfaltiger Weise auftretende Schleimhautbekleidung (mehr oder weniger ausgebildete Papillen oder Zähne, zusammenhängende Hornscheiden, feine Seitenborsten, pinselförmige Verlängerungen etc.), obwohl meist auf sekundäre Anpassungen zurückzuführen, die mit der Lebensweise Hand in Hand gehen, bietet mitunter, wie z. B. bei den *Psittacidae*, *Pici*, *Makrochires*, *Passeres*, für gewisse Unterfamilien recht charakteristische Verhältnisse dar. Den verschiedenen Drüsen und Follikelbildungen der Mundhöhle dagegen vermag F. keine systematische Bedeutung beizulegen, höchstens scheint ihm die Mundwinkeldrüse (Gl. parotis) zur Charakterisierung der *Colymbidae* und *Steganopodes* gegenüber den meisten anderen *Natatores*, für die *Herodii* gegenüber den *Pelargi*, für die *Strigidae* gegenüber den *Accipitres* geeignet zu sein. Aehnliches wie für die Drüsen und Follikel gilt auch für die Mundhöhle und den Kehlsack. Sundevall hat bekanntlich die bei manchen Vögeln sich vorfindende weite Mundhöhle zur Gründung der Ampligulares s. Hiantes benutzt. Diese Gruppe umfasst jedoch recht heterogene und zum Teil recht künstlich von ihren natürlichen Verwandten abgetrennte Abteilungen, andrerseits kommt auch der systematische Wert des Kehlsackes nur in ganz speziellen Fällen in Betracht. Am Oesophagus beansprucht der Kropf (Ingluvies) das größte systematische Interesse. In seiner einfachsten Form stellt er eine bloße spindelförmige Erweiterung oder schwache einseitige Aussackung der Speiseröhre dar (so ist er z. B. beschaffen bei *Casuarius*,

einzelnen *Alcidae*, *Carbo*, mehreren *Anatinae*, größeren *Pelargi*, *Otididae*, *Strigidae* etc.), durch größere Entwicklung der Drüsen und bisweilen auch durch bessere Abgrenzung nimmt er dann eine spezifische Beschaffenheit an (dies geschieht z. B. bei den *Psittaci* und *Accipitres*), um endlich als drüsenreiches und deutlich abgesetztes Organ, wie bei den *Gallidae*, *Pteroclidae*, *Columbidae* etc., seine höchste Ausbildung zu erlangen. Auch hinsichtlich seiner Lage, Nachbarschaft zum Drüsenmagen und Anordnung ist bei den verschiedenen Gruppen eine ziemliche Mannigfaltigkeit zu konstatieren. Mag nun einerseits unzweifelhaft feststehen, dass seine sehr wechselnde Ausbildung hauptsächlich infolge Anpassung an schwer verdauliche Nahrung (Fische, Körner z. B.) erfolgt ist, so kommt es andrerseits auch bei Vögeln mit leichterer Nahrung vor und fehlt solchen mit schwerer. Deshalb gibt er trotzdem bei umsichtiger Verwendung für manche Familien ein gutes Charakteristikum ab. Aehnliches gilt auch vom Magen. Derselbe setzt sich bekanntlich aus dem Drüsen (Proventriculus —) und dem Muskelmagen (Ventriculus) zusammen. Bei einigen Arten gesellt sich dazu noch der sogenannte Magenanhang. Der erste Teil zeigt, was seine Größe und Entwicklung, Entfaltung und Verteilung der Drüsen anbelangt, manche Verschiedenheiten, die allerdings zum Teil von der Ernährungsweise abhängig und daher mit großer Vorsicht für systematische Zwecke zu gebrauchen und überdies oft nur für kleine Abteilungen (selbst Genera und Species) verwertbar sind. Gering entwickelt ist der Drüsenmagen bei den *Herodii*, *Rallidae* und *Alcedinidae*, er setzt sich bei ihnen nur wenig oder kaum von Oesophagus ab; in Form einer nicht großen eigentümlichen Aussackung tritt er bei *Plotus anhinga* auf, als recht ansehnlich entwickelt findet er sich bei den *Ratitae*, *Impennes*, *Tubinares*, *Steganopodes*, *Palamedeidae*, *Pelargo-Herodii*, *Accipitres* etc., größer als der allerdings nur kleine Muskelmagen wird er bei den *Impennes*, *Tubinares* etc. Auch die Verteilung seiner Drüsen kann für manche Familien, Subfamilien, Gattungen und Arten ein ziemlich gutes, ja überraschendes Merkmal abgeben, so z. B. bei *Rhea*, *Struthio*. Am Muskelmagen ist es in erster Linie die Entfaltung der Muskulatur, welche zwar auf jeden Fall, aber nicht als ganz zuverlässig zu systematischen Folgerungen benutzt werden kann. Diese Muskelmassen entwickeln sich bei den Granivoren viel beträchtlicher als bei den Insecti-, Carni- und Piscivoren. Cuvier (und zahlreiche andere Autoren) unterschied deshalb 2 Hauptformen: Gesier simple und G. compliqué, die aber durch zahlreiche Uebergänge untereinander verbunden sind. Eine geringe Wanddicke besitzen die meisten *Podicipidae*, *Steganopodes*, *Herodii*, *Accipitres*, *Strigidae*, *Musophagidae*, *Cuculidae* etc., mäßig resp. mittelgroß ist diese Dicke beispielsweise bei den *Impennes*, *Alcidae*, *Tubinares*, *Odontoglossae*, *Pelargi*, *Alectorides*, gewissen *Psittacidae* etc., beträchtlich endlich wird sie bei den

Anseres, manchen *Laridae* und *Limicolae*, den *Fulicariae*, *Galli*, *Pteroclidae*. Aus dieser Uebersicht ergibt sich schon, dass die Stärke des in Rede stehenden Organes nicht allein von der Art der Nahrung abhängig ist. Ebenfalls nicht weniger variiert die Dimension des Muskelmagens, seine Schleimhäute und der Ausbildungsgrad der von ihr secernierten Cuticularplatten; jedoch kommt auch diesen Bildungen keine weiterreichende taxonomische Bedeutung zu. Der Magenanhang oder Pylorusmagen fehlt vielen Gruppen gänzlich, denn er tritt nur auf bei den *Colymbidae*, *Podicipidae*, *Steganopodes*, *Pelargi-Herodii*, sowie bei einzelnen *Anseres*, *Fulicariae* und *Accipitres*. F. ist aus diesem Grunde der Ansicht, dass ihm ein nicht zu unterschätzender systematischer Wert beigelegt werden muss. Obwohl von den beiden Abteilungen des Darmes der Dünndarm meist beträchtlich länger als der Dickdarm ist (nur bei *Struthio* liegt das Verhältnis umgekehrt), beansprucht doch der letztere infolge seiner manchmal sehr ansehnlich entwickelten Blinddärme ein größeres Interesse als der erstere. Am Dünndarm gestattet die erste Schlinge desselben (der Pankreasdarm, das Duodenum) keine systematischen Folgerungen, auch der andere Abschnitt, das Ileum, ist, weil seine Länge, Lage und sonstige Anordnung beträchtlich wechseln, dazu nur mit großer Vorsicht zu benutzen. Noch weniger geeignet aber zur Entscheidung über die höhere oder niedrigere Stellung dieser oder jener Gruppe ist das von jeher besonderes Interesse erregende Diverticulum (coecium vitelli), das Rudiment des Ductus omphalo-intericus, welches unter anderem bei den Ratiten oft das ganze Leben hindurch Dotterprodukte enthalten kann. Am Dickdarm halten namentlich die Blinddärme (Caeca) das Interesse der Systematiker im hohen Grade erregt. Garrod benutzte sie geradezu als Hauptgrundlage seines Systems; sie geben in der That auch für die meisten Familien ein sehr charakteristisches und nicht zu vernachlässigendes Kennzeichen ab. Im großen und ganzen ist die Ausbildung der Blinddärme bei den Ratiten eine hohe (vor allem bei *Rhea* und *Struthio*), dann folgt unter den Carinaten *Chauna*, viele *Anseres*, *Otis*, *Hemipodius* und die *Rasores*, fast gänzlich fehlen dagegen diese Gebilde den *Oceanitidae*, der Mehrzahl der *Columbidae*, den *Psittacidae*, *Makrochires*, fast sämtlichen *Pici* etc. Ueberdies sind beide Anhänge häufig von ungleicher Länge, mitunter ist sogar der eine (z. B. bei den *Ardeidae*) ganz zurückgebildet. Andrerseits ergibt sich aber bei genauerem vergleichenden Studium dieser Organe, dass ihre Größe und Existenz innerhalb gewisser Familien (bei den *Podicipidae*, *Alcidae*, *Laridae*, *Limicolae*, *Tubinares*, *Columbae*, *Accipitres*, *Pici* etc.) zum Teil nicht unerheblich schwankt, nahe verwandte Familien große Abweichungen voneinander und entfernter stehende miteinander darbieten; ja bei gewissen Gattungen scheint selbst ein beträchtlicher individueller Wechsel vorzukommen — zur genauen Grup-

pierung der Familien eignet sich demnach auch dieses Merkmal nicht. F. kann aus diesem und anderen Gründen deshalb mehrere Abteilungen Garrods, die vornehmlich durch die Art des Verhaltens der Caeca abgegrenzt werden (die *Passeriformes* und *Cypseliformes*), nicht billigen, er will aber durchaus nicht verkennen, dass bei näher verwandten Gruppen die Blindsäcke dazu dienen können, Einblicke in den phylogenetischen Entwicklungsgang derselben zu verschaffen, denn er vermutet, dass diese Gebilde, sich schon in recht früher Zeit bei den Urvögeln zu einer mittleren Entwicklungsstufe erhoben haben.

(Fortsetzung folgt.)

Dr. F. Helm.

Eine neue Schrift zur Vererbungslehre.

O. Hertwig, Zeit- und Streitfragen der Biologie. Heft I: Präformation oder Epigenese. Grundzüge einer Entwicklungstheorie der Organismen. Jena 1894.

Ueber den Verlauf der Spencer-Weismann'schen Kontroverse sind die Leser dieser Zeitschrift teils durch Referate, teils durch Originalaufsätze auf dem Laufenden erhalten worden. In dem soeben erschienenen I. Heft seiner „Zeit- und Streitfragen der Biologie" ist nun auch O. Hertwig unmittelbar gegen den Weismann'schen Standpunkt vorgegangen[1]).

Bekanntlich ist O. Hertwig einer der ersten Forscher gewesen, welche den Zellenkern als den Träger der Vererbungssubstanz betrachtet haben, eine Auffassung, welche heute — man kann vielleicht sagen, von allen Autoren, die sich selbst mit Untersuchungen auf dem Gebiet der Zellen- und Befruchtungslehre befasst haben, geteilt oder wenigstens als verhältnismäßig gut begründet anerkannt wird. So steht denn auch jetzt noch O. Hertwig auf dem Standpunkt, dass der Kern der Träger des Idioplasma oder der Erbmasse sei, d. h. einer Substanz, welche stabiler als das Protoplasma ist und, da sie weniger den Einflüssen der Außenwelt unterworfen ist, die Eigenart des Organismus ausdrückt (S. 31).

Bis zu diesem Punkte fallen denn auch die Wege zusammen, auf welchen einerseits Weismann, andrerseits O. Hertwig, ihr Ziel, die Aufstellung einer Vererbungs- und Entwicklungslehre, zu erreichen

1) Indem Ref. der Aufforderung der Redaktion, die O. Hertwig'sche Schrift an dieser Stelle zu besprechen, entgegenkommt, ist er sich bewusst, dass vielleicht der eine oder andre Leser es für bedenklich halten wird, wenn ein Schüler des Angegriffenen den neutralen Boden der Recension zu betreten unternimmt. Dennoch glaubt er für sich eine gewisse Berechtigung hiezu aus dem Umstand ableiten zu dürfen, dass sich ein großer Teil der Hertwig'schen Arbeit mit dem Problem der erbungleichen Teilung beschäftigt, einer Frage, welcher der Ref. selbst seit mehreren Jahren auf histologischen Gebiet näher zu treten bemüht war.

suchen. Gleich mit dem nächsten Schritt sehen wir aber die Richtungen nach entgegengesetzten Seiten auseinandergehen.

Ein Grund- und Eckstein der Weismann'schen Theorie ist, wie O. H. hervorhebt, die Annahme einer erbungleichen Teilung des Zellenkerns. Nach W. wird nämlich nicht bei jeder während der Ontogenese sich vollziehenden Kernteilung die vollständige Architektur des Keimplasmas und demnach auch das ganze durch dieselbe gegebene Anlagenmaterial von Kern zu Kern übertragen, vielmehr wird das Keimplasma auf Grund „erbungleicher" Teilungen nach und nach in die Bestimmungsstücke (Determinanten) für die einzelnen Teile des Organismus zerlegt. Gegenüber diesem Versuch Weismann's, die Differenzierung des Organismus durch die Annahme einer Zerlegung des Anlagenmaterials in ungleiche Bestandteile zu erklären, stellt sich O. H. die Aufgabe, den Nachweis zu führen, dass es keine Erscheinung und Erfahrung auf dem Gebiet der Zellenlehre gibt, welche sich zu Gunsten der Annahme eines erbungleichen Teilungsmodus verwerten lässt, dass sich vielmehr die Zellen allein durch erbgleiche Teilung vermehren.

In Uebereinstimmung mit Weismann wird in erster Linie für die einzelligen Organismen, deren biologische Verhältnisse ja für jede auf zellulärer Grundlage aufgebaute Vererbungstheorie einen wichtigen Prüfstein bilden, bestritten, dass bei ihnen eine erbungleiche Teilung vorkommt. Denn auch in denjenigen Fällen, in welchen die Teilprodukte zunächst von ungleichem Aussehen sind (z. B. bei der Knospung der Acineten) muss die Anlagesubstanz der Tochterorganismen derjenigen der Mutter gleich sein, da die ersteren gewissermaßen nur ein Entwicklungsstadium darstellen, welches in die Form der Mutter zurückläuft. „Das Wechselverhältnis zwischen Protoplasma und Kern als dem Träger der Erbmasse lässt sich hier nur in der Weise vorstellen, dass sich nicht alle Anlagen gleichzeitig in Wirksamkeit zu befinden brauchen, sondern dass einzelne von ihnen zeitweise latent bleiben können".

In ebenso augenfälliger Weise tritt nach O. H. bei vielen niederen mehrzelligen Organismen, so bei Fadenalgen, Fadenpilzen, bei vielkernigen Protoplasmamassen, die allgemeine und ausschließliche Verbreitung des erbgleichen Teilungsmodus zu Tage. O. H. muss aber auch für Formen wie *Volvox* einen Gegensatz zwischen Geschlechts- und Körperzellen abweisen, während Weismann bekanntlich gerade hier, im Vergleich zu *Pandorina*, die erste Differenzierung von Keimzellen und Somazellen sieht.

Beim Uebergang zu den Metaphyten und Metazoen stoßen wir dann auf eine Reihe von Erscheinungen, welche nach O. H. im Sinn eines erbgleichen Teilungsmodus zu deuten sind, nämlich das Vermögen der ungeschlechtlichen Reproduktion, wie es ganz besonders den Pflanzen, dann aber auch vielen Cölenteraten, Würmern, Tunikaten zukommt,

und die damit in naher Berührung stehende Fähigkeit des Organismus, einzelne Organe zu regenerieren, eine Fähigkeit, welche sogar gewissen Gliedern des Wirbeltierstammes in hohem Maße eigen ist.

Ganz besonders beweisend scheinen O. H. die Erscheinungen der Heteromorphose zu sein, worunter er mit Loeb das Vermögen des Organismus versteht, „in Folge äußerer Eingriffe Organe an Körperstellen zu bilden, wo sie unter normalen Bedingungen nicht hingehören und nicht gebildet werden können, oder verloren gegangene Teile durch andere, von den verlorenen nach Form und Funktion verschiedene zu ersetzen". Hier nur ein Beispiel. Durch Belichtung der Unterseite und Beschattung der Oberseite können Farn-Prothallien gezwungen werden, die Antheridien und Archegonien in abnormer Weise an der Oberseite zu bilden. Erscheinungen, welche als Heteromorphose im weiteren Sinn bezeichnet werden können, treten auch dann auf, wenn in den ersten Stadien der Ontogenie durch äußere Eingriffe die normale Anordnung und Zusammenlagerung der Furchungszellen gestört wird. Aus den Druckversuchen von Driesch am Seeigelei, aus eigenen Kompressionsversuchen am Froschei, sowie aus den Experimenten von Driesch und Wilson, welche aus isolierten Furchungszellen von *Echinus* bezw. *Amphioxus* normale, aber entsprechend kleinere Larven zogen, folgert O. H., dass von den ersten Furchungszellen jede ihrem inneren Wesen nach Teil und Ganzes zugleich ist. Und ebenso weisen nach O. H. andere an Amphibieneiern angestellte Versuche darauf hin, dass beim Aufbau bestimmter Organe ein genetisch durchaus verschiedenartiges Zellenmaterial Verwendung finden kann, dass also auch auf späteren Entwicklungsstufen das gesamte Zellenmaterial die gleiche Anlage besitzen muss.

Noch eine letzte Gruppe von Thatsachen führt der Verf. zu Gunsten seiner Auffassung an. Sowohl bei der von den Gärtnern angewandten Methode des Pfropfens, als auch bei den tierphysiologischen Versuchen über Transplantation und Transfusion tritt ein Erfolg im Allgemeinen nur bei naher Verwandtschaft der zu verbindenden Arten ein, ebenso wie dies bekanntlich bei der Bastardbefruchtung der Fall ist. Der systematischen Verwandtschaft muss, wenn die Vereinigung gelingen soll, nach O. H. auch eine innere Verwandtschaft (vegetative Affinität) parallel laufen. Darnach müssen den Zellen außer den wahrnehmbaren Eigenschaften noch zahlreiche, uns nicht sichtbare Eigenschaften zukommen, die ihnen als Teile eines bestimmten Organismus eigentümlich sind (konstitutionelle oder Arteigenschaften). Diese unsichtbaren Eigenschaften haben sie mit anders spezifizierten Geweben desselben Organismus gemeinsam und der Besitz solcher gemeinsamer Eigenschaften weist wiederum auf ein hohes Maß von Gleichartigkeit innerhalb aller Zellen eines und desselben Organismus hin.

Durch Zusammenfassung aller dieser Erscheinungen kommt O. H.

zu dem Schluss, dass sich die Zellen allein durch erbgleiche Teilung vermehren, dass zwischen Körper- und Geschlechtszellen kein prinzipieller Gegensatz besteht, und dass also auch die Aufstellung besonderer Keimbahnen keinen größeren Erkenntniswert haben könne, als die Unterscheidung von Muskel-, Leber-, Nieren- und Knochenzellbahnen.

In einem weiteren Abschnitt wendet sich O. H. speziell noch gegen Weismann's Determinantenlehre, welcher zufolge jede selbständig variable Zellengruppe bereits in den Geschlechtskernen durch ein besonderes Bestimmungsstück vertreten ist. Durch die ordnungsmäßige Zerlegung des Keimplasmas in seine Bestimmungsstücke gelangt nach W. jedes derselben während der Entwicklung zur rechten Zeit an den rechten Ort. Diesen Vorstellungen gegenüber betont O. H. die Rolle, welche die verschiedenen im Ei selbst und außerhalb desselben gelegenen Bedingungen beim normalen Entwicklungsverlauf spielen. Unter dem Einfluss dieser Bedingungen und auf Kosten derselben wächst und verändert sich die Anlage in kontinuierlicher Weise (S. 82). Jede Entwicklungsstufe ist Anlage und Grund für die nächste Stufe, die als Folge aus ihr hervorgeht, und was auf einer früheren Stufe als äußere Bedingung erscheint, kann auf der nächstfolgenden bereits in die Anlage selbst eingehen (Nahrungsdotter). Es sei also unrichtig, die sichtbare Mannigfaltigkeit des Endstadiums des Entwicklungsprozesses in entsprechende, nur unsichtbare Mannigfaltigkeit des Anfangsstadiums einfach zurückzuwandeln, und für alle Eigenschaften, die am Endglied der Entwicklungskette zu erkennen sind, die bewirkenden Ursachen schon im Anfangsglied gegeben anzunehmen (S. 83).

Speziell solche ganz heterogene Eigenschaften, welche der Zelle nicht als solcher eigentümlich sind, sondern auf dem normalen Zusammenwirken ganzer Organgruppen oder fast aller Teile des Körpers beruhen (Zeichnung des Tierkörpers; Größe, Struktur, Gestalt der Blätter), können nicht in die Zelle selbst verlegt werden. Jede Zelle, und also auch Ei- und Samenzelle, kann vielmehr nur mit stofflichen Trägern solcher Eigenschaften ausgestattet sein, welche von der Zelle für sich schon verwirklicht werden können. Jeder zusammengesetzte Organismus kann also seine Eigenschaften nur in Form von Zelleigenschaften vererben (S. 88).

Im zweiten Teil seiner Schrift sucht nun weiter O. H. seinerseits das Verständnis für die Thatsache anzubahnen, dass aus dem Ei mit Notwendigkeit immer derselbe Organismus mit allen seinen verschiedenen Eigenschaften entsteht. Während W. die Ursache für die gesetzmäßige Entfaltung der Anlagen vorwiegend in die Anlagensubstanz selbst hineinverlegt, betont O. H. umgekehrt die Abhängigkeit des Entwicklungsprozesses von den Bedingungen und Ursachen, die außerhalb der Anlagesubstanz liegen, aber trotzdem in gesetzmäßiger

Folge durch den Entwicklungsprozess produziert werden. Die ungleiche Differenzierung der Zellen stellt die Reaktion der organischen Substanz auf ungleichartige Reizursachen dar, auf Faktoren, die als wirklich vorhanden und die Bildungsprozesse wirklich beherrschend von der Physiologie experimentell nachgewiesen worden sind (S. 99). Beispielsweise [1]) werden alle Eigenschaften, welche dem Furchungsprozess des Froscheies sein eigenartiges Gepräge verleihen (Richtung der Teilebenen, Lage- und Größenverhältnisse der Zellen), „ausschließlich von den besonderen Eigenschaften der den Kern einhüllenden Dottermasse aus determiniert".

Das Ei ist also ein Organismus, der sich durch Teilung in zahlreiche ihm gleichartige Organismen vermehrt. Erst durch die Wechselwirkungen aller dieser zahlreichen Elementarorganismen auf jeder Stufe der Entwicklung kommt die Differenzierung des Organismus zu Stande, und die jeweilig zu verrichtende Funktion der einzelnen Zellen wird dabei in erster Linie durch den morphologischen Ort bestimmt, den sie an der Lebenseinheit einnimmt (S. 111). Speziell den Botanikern sind genugsam Fälle bekannt, aus welchen die ursprüngliche Indifferenz der morphologischen Elemente, ihre Befähigung, je nach den äußeren Bedingungen in verschiedener Weise sich zu entwickeln, hervorgeht. Und ebenso wird in besonderem Maße durch die Versuche der Botaniker auch der zweite der Epigenese zu Grunde liegende Faktor, die Korrelation zwischen den Teilen des Organismus, erwiesen. „Es ist als ob das Idioplasma genau wüsste, was in den übrigen Teilen der Pflanze vorgeht" (Nägeli). Auch aus den Erscheinungen des tierischen Wachstums ergibt sich, dass alle verschiedenen Elemente des Körpers in beständiger und feinster Fühlung unter einander stehen. Dies zeigt sich vor Allem beim geschlechtlichen Dimorphismus in der Ausbildung der sekundären Geschlechtscharaktere, und in noch viel auffälligerer Weise in der bekannten Thatsache [2]),

---

1) Dies Beispiel ist nicht an dieser Stelle, sondern bereits in einem früheren Abschnitt angeführt (S. 90). Der Ref.

2) Diese Thatsache ist so bekannt, dass es auffällt, wenn O. H. die Unkenntnis derselben bei Weismann vorauszusetzen scheint. Weismann hat, um die Entstehung des Polymorphismus speziell bei den Hymenopteren zu erklären, die Alternative gestellt, entweder Vererbung funktioneller Anpassung oder Naturzüchtung. O. H. wendet hier ein, dass es doch noch eine dritte Art der Erklärung gebe: unter verschiedenen äußeren Einflüssen kann sich dieselbe Anlage zu verschiedenartigen Endprodukten entwickeln.

O. Hertwig scheint hier übersehen zu haben, dass es sich für Weismann bei jenem Dilemma um die phyletische Entstehung des Polymorphismus handle, also um die Entstehung der Vielseitigkeit der Anlage, und nicht um die Frage, warum beim einzelnen Individuum die eine oder die andre Seite zur Entfaltung kommt. Dass bei verschiedener Ernährung ver-

dass bei Hymenopteren, welche Polymorphismus zeigen, je nach den verschiedenen äußeren Einflüssen, vor Allem je nach der Beschaffenheit der Nahrung, Weibchen oder Arbeiterinnen mit ihren verschiedenartigen sekundären Geschlechtscharakteren entstehen.

Wer den Ausführungen des Verf. bis zu diesem Punkte gefolgt ist, wird sich die Frage vorlegen: wenn in jeder einzelnen Zelle, welche beim Aufbau des Organismus als Baustein funktioniert, die nämliche Entwicklungsmöglichkeit steckt, und wenn nur die zufällige Lage und die beständig wechselnden Beziehungen zur Umgebung ihre Differenzierung bestimmen; wenn, um einen konkreten Fall zu wiederholen, beispielsweise der ganze Verlauf und alle Eigenartigkeiten bei der Furchung des Froscheies ausschließlich von den besonderen Eigenschaften der Dottermasse bestimmt sein sollen; wenn Entsprechendes für die Gastrulation und Keimblätterbildung und überhaupt für die ganze Ontogenie gelten soll: was brauchen wir dann noch im Kern eine besondere Anlagesubstanz anzunehmen, weshalb genügt es nicht, die chromatische Substanz als ein Organ der Zelle von irgend welcher speziellen physiologischen Funktion zu betrachten. Kurz, es erhebt sich die Frage, inwieweit schließlich die Anlagesubstanz der Zelle selbst auf den Entwicklungsgang des Ganzen bestimmend einwirkt. O. H. gibt hierauf folgende Antwort: die Eigentümlichkeit der Zelle besteht in der spezifischen Art und Weise, mit welcher sie auf die verschiedenen, sie treffende Reize unter den verschiedenen Bedingungen reagiert, sie beruht also in der verschiedenen Micellar-Struktur der reizbaren Substanz der Zelle, und, da der Voraussetzung nach speziell der Kern die Eigenartigkeit des Organismus ausdrückt (S. 31), in der Verschiedenheit der Micellarstruktur der Kernsubstanz. Diese letztere, die Anlagesubstanz, reagiert in spezifischer, d. h. ihrer Art entsprechenden Weise, auf alle äußeren und inneren Reize, von welchen sie an den verschiedenen Punkten des durch Zellteilung wachsenden Organismus getroffen wird. Im Hühnerei, bemerkte Nägeli, ist die Species ebenso vollständig enthalten, als im Huhn, und das Hühnerei ist von dem Froschei ebensoweit verschieden, als das Huhn vom Frosch. Die unterscheidenden Momente liegen aber auf einem unsrer Wahrnehmung noch verschlossenen Gebiete.

So ist also auch für O. H. der Ausgang für die Entwicklung die Annahme einer spezifisch und sehr hoch organisierten Anlagesubstanz, einer Substanz also, welcher gewisse spezifische, d. h. für die Art charakteristische Qualitäten zukommen; und in diesem Sinne erhält auch die Theorie O. Hertwig's, wie dieser selbst zugibt, bis zu einem

---

schiedene Formen von so charakteristischer Ausbildung entstehen, setzt ja schon eine entsprechende eigenartige Veranlagung der Species voraus, welche ein Produkt der phyletischen Entwicklung ist.

gewissen Grad eine evolutionistische Färbung[1]). Jene Qualitäten äußern sich in der bestimmten Form, mit welcher die Substanz auf die beim normalen Entwicklungsverlauf in bestimmter Reihenfolge sie treffenden Reize reagiert. Insofern nun aber diese Reize ein Accidens sind, welches keineswegs von vornherein gegeben ist, sondern während der Ontogenie Stufe für Stufe neu erzeugt werden muss, ist die Theorie in erster Linie als „epigenetisch" zu bezeichnen.

Dies ist das Resultat, zu welchem O. Hertwig im positiven Teil seiner Auseinandersetzungen gelangt ist, und wir können nun nochmals nach seinem Ausgangspunkt zurückschauen, also nach der Kritik der Lehre von den erbungleichen Teilungen. Für den Morphologen erhebt sich hier zunächst die Frage, ob es wohl denkbar ist, dass wir auf histologischem Wege der Frage nach der Erbgleichheit oder Erbungleichheit einer Zellteilung näher treten können, ob wir also den verschiedenen Habitus zweier Schwesterelemente als den wahrnehmbaren Ausdruck einer qualitativen Differenzierung betrachten dürfen, welche durch den Kernteilungsakt selbst, speziell durch die Spaltung der chromatischen Substanz bewirkt wird. Ref. glaubt diese Frage verneinen zu müssen. Denn wenn wir, beispielsweise in einem in der Furchung befindlichen Ei, die chromatische Substanz zweier Schwesterkerne unmittelbar nach der Teilung ein durchaus verschiedenes Gepräge annehmen sehen, so muss der epigenetischen Auffassungsweise immer die Möglichkeit zugegeben werden, dass hier die verschiedene Lage der beiden Schwesterzellen, ihre durch äußere Umstände bedingte verschiedene Größe die maßgebenden Faktoren bilden. Entsprechende Betrachtungen mögen Geltung haben, wenn wir beim Konjugationsprozess der Infusorien die ursprünglich gleichartigen Mikronuklei in die Bildung verschiedenwertiger Kerne, des neuen Makronukleus und des neuen Mikronukleus, eingehen sehen. Was überhaupt die Beziehungen des Kernteilungshabitus zur Funktion der betreffenden Zelle anbelangt, so ist Referent selbst durch neuere Untersuchungen (Ueber generative und somatische Mitosen, Archiv f. mikrosk. Anatomie, Bd. 43, 1894, S. 783) zur Auffassung gelangt, dass der Kernteilungshabitus in einem gewissen Abhängigkeitsverhältnis zur Masse des Chromatins und damit zur Größe des Kerns steht, aber nicht einen unmittelbaren Ausdruck der in der betreffenden Zelle vorhandenen erblichen Qualitäten darstellt.

---

1) d. h. wenn wir mit Roux unter Evolution „das bloße Wahrnehmbarwerden präexistierender, latenter Verschiedenheiten" verstehen, eine Begriffsbestimmung, welche auch O. H. für zutreffend erklärt (S. 8). Es ergibt sich schon aus dieser Definition, dass der Standpunkt der heutigen „Evolutionisten" doch ein wesentlich anderer ist, als der rohe Evolutionismus, wie er in der Einschachtelungslehre des vorigen Jahrhunderts hervortrat.

Die Frage nach der Existenz erbungleicher Teilungen muss also zunächst allgemeineren theoretischen Betrachtungen und vor Allem den entwicklungsmechanischen Versuchen zur Entscheidung überlassen werden. In erstgenannter Hinsicht wird es für die Epigenese stets mit großer Schwierigkeit verbunden sein, die jedem Embryologen geläufige Thatsache zu erklären, dass in den späteren Stadien der Ontogenie, beim Einsetzen der eigentlichen Organbildung, aus dicht nebeneinander gelegenen, scheinbar völlig gleichartigen Zellen gleichzeitig die verschiedenartigsten Gewebselemente sich herausdifferenzieren. In zweiter Linie bilden aber z. B. der Roux'sche Hemiembryo lateralis u. anterior des Frosches und die von Chun[1]) beschriebene Ctenophoren-Halblarve eine Beobachtungsgruppe, welche, wie Roux auch neuestens[2]) wieder betont hat, auf ein hohes Selbstdifferenzierungsvermögen einzelner Zellen und Zellkomplexe hinweist. Unter „Selbstdifferenzierung" eines von der Natur oder in Gedanken von uns abgegrenzten Teils versteht bekanntlich Roux, dass die Ursachen des Spezifischen der Differenzierung dieses Teils in ihm selber gelegen sind. Sobald aber dieses Selbstdifferenzierungsvermögen für eine einzelne Zelle oder für benachbarte, in näherer genetischer Verwandtschaft stehende Zellgruppen erwiesen werden kann, folgt aus der Voraussetzung, dass der Kern die Anlagesubstanz enthält, mit Notwendigkeit, dass das Anlagematerial in ungleicher Weise verteilt worden ist. Es muss dann zum mindesten zugegeben werden, dass die Verteilung in der Weise stattgefunden hat, dass in dem einen Teilprodukt vorzugsweise und zunächst dieser, in dem andern jener Anlagekomplex aus inneren Gründen und aus sich selbst heraus zur Entfaltung zu kommen bestrebt ist. Diese Fassung würde aber in unbestimmterer Form nur dasjenige umschreiben, was Weismann durch Aufstellung seiner Determinantenlehre unserem Vorstellungsvermögen näher zu bringen bemüht war.

Freiburg i./Br., den 13. Juli 1894.

Dr. **V. Häcker.**

Biologische Untersuchungen in amerikanischen Seen.

Mitgeteilt von Dr. **Otto Zacharias** (Plön).

Auf Anregung der Michigan Fish Commission hat bereits im vorigen Jahre eine Durchforschung des St. Clair-Sees stattgefunden, um die Flora und Fauna dieses Wasserbeckens festzustellen. An der Spitze

1) Vergl. W. Roux, Ueber das entwicklungsmechanische Vermögen jeder der beiden ersten Furchungszellen des Eies. Verh. Anat. Ges., 1892, S. 54 ff.

2) W. Roux, Die Methoden zur Erzeugung halber Froschembryonen und zum Nachweis der Beziehung der ersten Furchungsebene des Froscheies zur Medianebene des Embryo. Anat. Anzeiger, 9. Bd., 1894, S. 277.

dieses Unternehmens stand Prof. J. E. Reighard, der übrigens die wichtigsten Ergebnisse desselben demnächst veröffentlichen wird. Während des heurigen Sommers soll nun der bei weitem größere Michigan-See in ähnlicher Weise untersucht werden, wobei man auch Näheres über das natürliche Futter und die noch nicht genügend bekannten Lebensbedingungen gewisser *Coregonus*-Arten zu ermitteln hofft, die für die dortige Fischindustrie von großer Bedeutung sind. Es sind das die sogenannten White fishes — eine Kollektivbezeichnung, welche mehrere Arten der oben genannten Gattung umfasst. Nach Günther führen sogar mehr als 10 nordamerikanische *Coregonus*-Species die Bezeichnung White fish.

Dieses Mal ist Prof. Henry B. Ward von der Nebraska-Universität zum Leiter der auf 2 Monate berechneten Exkursion ausersehen. In Gemeinschaft mit ihm widmen sich der nunmehr bereits begonnenen Seedurchforschung noch folgende Herren: Prof. E. A. Birge (Universität von Wisconsin), Prof. C. Dwight Marsh (Ripon College, Wisconsin), Dr. Charles A. Kofoid (Univ. von Michigan), Dr. Robert H. Wolcott (Univ. von Michigan), Mr. Herbert S. Jennings (Univ. von Michigan) und Mr. Bryant Walker (Detroit, Michigan).

Für eingehendere Untersuchungen, die an Ort und Stelle vorgenommen werden müssen, ist auf dem östlichen Ufer des Michigan-Sees — zu Charlevoix — ein Holzhaus von hinlänglicher Größe errichtet worden, welches als Laboratorium dient. Dort wurde auch eine Anzahl Aquarien aufgestellt, um Beobachtungen an lebenden Tieren und Pflanzen machen zu können. Die Universität von Michigan lieh ihrerseits die erforderlichen Instrumente und stellte eine kleine Specialbibliothek zur Verfügung. Verschiedene Boote, ein kleines Dampfschiff und alle Arten von Fanggerätschaften stehen den Forschern gleichfalls zur Disposition.

Die geplante Untersuchung erstreckt sich in erster Linie auf die Tier- und Pflanzenwelt des Michigan-Sees, welche eingehend studiert und genau bestimmt werden soll. Ferner handelt es sich um Erkundung von deren horizontaler und vertikaler Verbreitung, aber immer soll dabei die Beziehung derselben zur Lebensgeschichte der Coregonen und der Seeforelle im Auge behalten werden. Außerdem hat man die Absicht, sowohl die Temperatur als auch die Durchsichtigkeit des Wassers einer fortgesetzten Kontrole zu unterwerfen.

Wie das Zirkular, dem ich diese Notizen entnehme, mitteilt, werden alljährlich von der Michigan Fish Commission allein etwa 100 Millionen erbrütete *Coregonus*-Fischchen in den nahe gelegenen großen Seen ausgesetzt, woraus erklärlich wird, dass ein großes Interesse dafür vorhanden ist, zu wissen, ob diese Tierchen an ihren neuen Wohnstätten die geeignete Nahrung und die ihnen zusagenden Lebensbedingungen finden. Die Biologie tritt hier also unmittelbar in den Dienst des

Fischereiwesens, um dieses in seinen Erfolgen zu fördern. Natürlich wird sie auch ihrerseits manche wertvolle Belehrung über die große und kleine Lebewelt der Binnengewässer empfangen.

Notiz. Biol. Station zu Plön. — Herr Dr. Otto Zacharias ersucht uns innerhalb des Leserkreises dieser Zeitschrift zur Mitteilung bringen zu wollen, dass vom 14. August d. Js. ab sämtliche 8 Arbeitsplätze des Laboratoriums am großen Plöner See besetzt sein werden und dass es ihm in Folge dessen nicht möglich ist, noch weitere Praktikanten aufzunehmen.

Deutscher Verein für öffentliche Gesundheitspflege.

Neunzehnte Versammlung in Magdeburg am 19., 20., 21. und 22. September 1894.

Tagesordnung: Dienstag, den 18. September. 8. Uhr Abends: Gesellige Vereinigung zur Begrüfsung in den Räumen der Loge „Ferdinand zur Glückseligkeit", Neuerweg 6.

Mittwoch, den 19. September. 9 Uhr Vormittags: Erste Sitzung im grofsen Saale der Gesellschaft zur Freundschaft, Prälatenstrafse 32.

I. Hygienische Beurteilung von Trink- und Nutzwasser. Referent: Geh. Medizinalrat Prof. Dr. Flügge (Breslau).

II. Beseitigung des Kehrichts und anderer städtischer Abfälle, besonders durch Verbrennung. Referenten: Oberingenieur F. Andreas Meyer (Hamburg); Medizinalrat Dr. J. J. Reincke (Hamburg).

III. Eröffnung der Ausstellung technischer Einrichtungen aus dem Gebiete der Wohnungshygiene, Domstrafse 3.

Nachmittags: Besichtigungen (nach Spezialprogramm); 7 Uhr Abends: Festessen mit Damen im „Café Hohenzollern", Breiteweg 40.

Donnerstag, 20. September. 9. Uhr Vormittags: Zweite Sitzung.

IV. Die Notwendigkeit einer extensiveren städtischen Bebauung und die rechtlichen und technischen Mittel zu ihrer Ausführung. Referenten: Oberbürgermeister Adickes (Frankfurt a. M.); Geh. Baurat Hinckeldeyn (Berlin); Baupolizeiinspektor Classen (Hamburg).

V. Technische Einrichtungen für Wasserversorgung und Kanalisation in Wohnhäusern. Referent: Ingenieur H. Alfred Roechling (Leicester).

4 Uhr Nachmittags: Fahrt nach dem Herrenkrug. Daselbst Kaffee und Vesperbrod von der Stadt angeboten; 8 Uhr Abends: Gesellige Zusammenkunft in der „Wilhelma" (Neustadt).

Freitag, den 21. September. 9 Uhr Vormittags: Dritte Sitzung im grofsen Saale der Gesellschaft zur Freundschaft.

VI. Die Mafsregeln zur Bekämpfung der Cholera. Referenten: Geheimrat Dr. v. Kerschensteiner (München); Prof. Dr. Gaffky (Giefsen).

3 Uhr Nachmittags: Gemeinschäftliche Wagenfahrt nach der Neuen Krankenanstalt an der Leipziger Strafse und dem Schlacht- und Viehhofe. Hier von der Stadt Magdeburg dargebotenen Imbiss; Abends: Zusammenkunft im Münchener Hofbräu (Hasselbacherstrafse 1).

Sonnabend, den 22. September. Ausflug nach dem Grusonwerke und Stassfurt oder nach Thale im Harz.

---

*Mit der diesjährigen Versammlung in Magdeburg wird eine **Ausstellung technischer Einrichtungen aus dem Gebiete der Wohnungshygiene** verbunden sein. Dieselbe steht im Anschluss an den Vortrag des Herrn Ingenieur Roechling in der zweiten Sitzung: „Technische Einrichtungen für Wasserversorgung und Kanalisation in Wohnhäusern", und hat den Zweck, die besten technischen Einrichtungen der bezeichneten Art als Muster in hygienischer Beziehung einem gröfseren Publikum, namentlich den bei Gelegenheit des Kongresses zahlreich vertretenen Sachverständigen, vorzuführen.*

Die städtische Verwaltung hat für diesen Zweck ein Haus (Domstr. 3) mit gröfserem Hofraum zur Verfügung gestellt, welches im Erdgeschosse und im Obergeschosse ausreichenden Raum für eine solche Ausstellung bietet.

Das Erdgeschoss enthält einen zusammenhängenden Ausstellungsraum, in welchem nur Gegenstände, die auf die Wasserversorgung und Entwässerung von Wohnhäusern Bezug haben, untergebracht werden sollen; dem gleichen Zwecke sollen der Hofraum und die angrenzenden Schuppenräume dienen.

Dagegen ist das Obergeschoss mit seinen einzelnen Zimmerräumen dazu bestimmt, die Gegenstände in Verbindung mit dem Hause, sowie mit den Wasserzuleitungen und Abflussleitungen zu zeigen, und soll hier das Programm auch auf Gegenstände der Zimmerheizung, Beleuchtung und Ventilation ausgedehnt werden.

Zur Beschickung der Ausstellung ist eine Anzahl hervorragender Firmen aufgefordert, und verspricht dieselbe nach den eingegangenen Zusagen eine reichhaltige und hochinteressante zu werden.

Anmeldungen neuer Mitglieder zu dem Deutschen Verein für öffentliche Gesundheitspflege (Jahresbeitrag 6 M.) nimmt der Unterzeichnete entgegen.

Frankfurt a./M., im Juni 1894.

Der ständige Sekretär:
Dr. Alexander Spiess.

Verlag von Eduard Besold (Arthur Georgi) in Leipzig. — Druck der kgl. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik — Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark. Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIV. Band. 1. September 1894. **Nr. 17.**

Inhalt: **Wolff**, Bemerkungen zum Darwinismus mit einem experimentellen Beitrag zur Physiologie der Entwicklung. — **Przesmycki**, Ueber die Zellkörnchen bei den Protozoen. — **Haecke**, Die Formenphilosophie von Hans Driesch und das Wesen des Organismus. — **Fürbringer**, Untersuchungen zur Morphologie und Systematik der Vögel, zugleich ein Beitrag zur Anatomie der Stütz- und Bewegungsorgane (14. Stück). — **Zacharias**, Ueber die wechselnde Quantität des Planktons im großen Plöner See.

Bemerkungen zum Darwinismus mit einem experimentellen Beitrag zur Physiologie der Entwicklung.

Von **Gustav Wolff.**

Vor jetzt gerade vier Jahren habe ich im „Biologischen Centralblatt“[1]) eine Reihe von Gründen darzulegen versucht, aus denen mir die Unhaltbarkeit der Darwin'schen Selektionstheorie hervorzugehen scheint. Ob meine Arbeit einigen Nutzen gestiftet, d. h. ob sie die Aufgabe, das Dogma der Selektionstheorie zu beseitigen, der Lösung, wenn auch nur um einen minimalen Schritt näher zu bringen geholfen hat, darüber habe ich kein sicheres Urteil; aber es will mich fast bedünken, als ob es so sei, und ich schöpfe diese Vermutung nicht aus der meiner Arbeit zu Teil gewordenen offenen Beachtung, deren Geringfügigkeit nur einen mit den Verhältnissen nicht Vertrauten entmutigen könnte, sondern ich schöpfe sie aus der verstohlenen Beachtung, aus den heimlichen Verschanzungsversuchen gegen meine Einwände, welche ich im Darwinistischen Lager wahrnehme.

Wie dem aber auch sei — Thatsache ist, dass im Lauf der letzten Jahre das Gleichgewicht, in welchem die Selektionstheorie sich in der Schwebe hält, ein bedeutend labileres geworden ist. Es mehren sich die Anzeichen, dass die Episode des Darwinismus überwunden werden wird. Als solche Anzeichen betrachte ich weniger die wachsende

1) Biol. Centralblatt, Bd. X, S. 449 ff.

Zahl Derjenigen, deren Stimme sich gegen die Theorie erhebt, als vielmehr vor Allem die Thatsache, dass schon mehr als Einer, um mit Schopenhauer zu reden, „still davonschleicht und thut, als wäre er nicht dabei gewesen". Aber wem auch diese Zeichen noch nicht deutlich genug reden, den verweise ich auf die neueste Schrift[1]) Weismann's, welche „die Allmacht der Naturzüchtung" betitelt ist, und welche die Ohnmacht der Selektionstheorie verkündigt. In dieser Schrift wird zugegeben, dass man sich in keinem einzigen Falle die Entstehung einer zweckmäßigen Einrichtung durch den Selektionsprozess wirklich vorstellen kann; es wird verzichtet auf die direkte Verteidigung des Darwinismus, dieser wird nur noch zu halten gesucht durch die Unzulänglichkeit des Lamarckismus. Daraus, dass Lamarckismus und Darwinismus bis jetzt die einzigen zur Erklärung der organischen Zweckmäßigkeit aufgestellten Theorien sind, werden aber doch wohl nur Wenige folgern, dass eine von diesen beiden Theorien die richtige Erklärung enthalten muss, und dass es außer ihnen überhaupt keine andre mehr geben kann. Und wenn der Lamarckismus beim Probieren auf Einzelbeispiele versagt hat, so werden wir nicht glauben, uns deshalb ein entsprechendes Erproben des Darwinismus ersparen zu können; wir werden uns nicht für berechtigt halten, die Darwinistische Formel nun einfach überall maschinenmäßig einzusetzen, ohne uns um das Einzelne zu kümmern, und ohne davor zurückzuscheuen, wenn es Not thut, auch einmal die Selektion durch Zuchtwahl zu erklären; und wir werden uns nicht überreden lassen, dass jetzt jedes Erklärungsprinzip, welches irgendwie in Verbindung mit Selektion gebracht ist, — sei es auch nur dadurch, dass letztere gestrichen wird, wie in der Panmixie[2]) — „mit seiner Aufstellung auch schon als wirkend nachgewiesen" ist, sondern wir werden uns nach wie vor für verpflichtet halten, der Darwinistischen Erklärungsweise im Allgemeinen wie im Speziellen nachzugehen.

Große Meinungsverschiedenheit herrschte bekanntlich von jeher über den eigentlichen Erklärungswert der Darwin'schen Theorie, und worin das eigentliche Erklärungsmoment der Theorie besteht, darüber haben sowohl Anhänger als auch Gegner der Zuchtwahllehre sich nicht immer die nötige Klarheit verschafft. Es wird dem Darwinismus oft der Vorwurf gemacht, er erkläre nur, dass Unzweckmäßiges zu Grunde ging, nicht aber, dass Zweckmäßiges entstand, ein Einwand, der keineswegs so ohne Weiteres stichhaltig ist.

---

1) Weismann, Die Allmacht der Naturzüchtung. Jena 1893.

2) Wer sich genauer über die Panmixie orientieren will, den verweise ich auf Kapitel 7 meiner „Beiträge" (Biol. Centralblatt, Bd. X, S. 459 ff.) und auf meine Erwiderung gegen Emery (Biol. Centralblatt, Bd. XI), wo ich mich mit diesem „Prinzip" etwas näher beschäftigt habe.

Es ist wahr: wenn wir sagen, die Selektion schafft Zweckmäßiges dadurch, dass eben nur das Zweckmäßige erhalten wird, das andre zu Grunde geht, so wird in dieser Fassung das Zweckmäßige natürlich vorausgesetzt aber nicht sein Zustandekommen erklärt. Dass Zweckmäßiges überhaupt da war, ist im höchsten Grade unwahrscheinlich und unverständlich. Mochte auch unter den vielen Variierungen manchmal etwas Zweckmäßiges zufällig vorgekommen sein, so ist die Wahrscheinlichkeit eines solchen Eintreffens so gering, dass ich nicht das Recht habe, diesen Faktor als einen gegebenen in meine Rechnung einzusetzen. Diese Wahrscheinlichkeit sucht nun der Darwinismus dadurch zu vergrößern, dass er alle möglichen Fälle annimmt, unter welchen natürlich auch das Zweckmäßige als Spezialfall enthalten sein muss. Der Darwinismus sucht also den Treffer sich dadurch zu sichern, dass er den ganzen Glückshafen mit nach Hause nimmt.

Um ein Beispiel zu nehmen: es sei von Vorteil, dass die Schnabelform entsteht, wie sie beim Kreuzschnabel vorhanden ist. Der Darwinismus nimmt an, dass durch glückliche Variierung ein bezw. mehrere oder sogar viele gekreuzten Schnäbel auftraten. Sagt nun der Gegner: das spontane Auftreten einer Schnabelkreuzung scheint mir so unwahrscheinlich, dass ich diese Voraussetzung eben nicht zugebe, so antwortet der Darwinist: unter allen möglichen Schnabelvariierungen ist auch der gekreuzte, darf ich alle, so darf ich auch diesen voraussetzen; da aber die Variierung, wie die Beobachtung lehrt, nach allen Richtungen beliebig wirkt, so sind alle Variierungen möglich, folglich darf ich auch jene spezielle voraussetzen.

Der Gegner würde jetzt vielleicht so erwidern: Gewiss, möglich sind alle Variierungen, aber gegeben ist deren doch immer nur eine begrenzte Anzahl. Die Zahl aller möglichen Variierungen ist $= \infty$, die Zahl der gegebenen ist eine endliche Größe. Die Wahrscheinlichkeit des Eintretens einer speziellen zweckmäßigen Variierung (in unserm Beispiel der zweckmäßigen Schnabelkreuzung) ist Endliches dividiert durch Unendliches, d. h. eine Zahl, welche sich der Null ohne Ende nähert; mithin ist die Wahrscheinlichkeit, dass unter den gegebenen Fällen sich eine günstige Variierung befindet, so ungeheuer klein, dass nicht die geringste wissenschaftliche Berechtigung besteht, den betreffenden Fall vorauszusetzen. Und nun würde allerdings demjenigen Darwinisten, welchem die Kühnheit fehlte, die Zahl der ihm zur Verfügung stehenden Variierungen einfach $= \infty$ zu setzen, wohl kaum etwas andres übrig bleiben, als sich darauf zu berufen, dass es eine Sorte von Variierungen gibt, bei denen die Zahl der gegebenen Fälle groß genug ist, um alle möglichen zu enthalten, groß genug also, um die Voraussetzung jedes einzelnen wissenschaftlich zu rechtfertigen, nämlich diejenigen Variierungen, welche nur in graduellen Veränderungen bestehen, bei denen es sich also nur darum handelt,

dass ein Vorhandenes größer oder kleiner wird. Hier ist die Zahl der möglichen Fälle gleich 2, die der gegebenen ebenfalls, die Wahrscheinlichkeit, sich unter den gegebenen zu befinden, ist also für jeden der möglichen Fälle gleich 1.

In der That, diese Konzession, dass die Zuchtwahllehre, wofern sie nur mit graduellen Veränderungen rechnet, ein Moment in sich trägt, welches sie — falls ihre Anwendung sonst gerechtfertigt wäre — zu einer Erklärung befähigen könnte, müssen wir dem Darwinismus machen, damit er sich nicht über ungerechte Behandlung beklagen kann, wobei man allerdings darauf gefasst sein muss, dass er sich sogar gerade über diese ihm gemachte Konzession beklagt; denn als ich in meinen Angriffen der Selektionstheorie dieses Zugeständnis gemacht hatte, erhob sich ein Darwinist[1]) und protestierte gegen diese willkürliche Voraussetzung. Er hat sich damit natürlich den Ast, auf dem er selber sitzt, abgesägt. Willkürlich gemacht ist diese Voraussetzung ja allerdings, aber natürlich nur zu Gunsten des Darwinismus, sie ist ein letzter, ihm noch eingeräumter Schlupfwinkel, und die Sache wird dadurch noch humoristischer, dass Weismann, was ich damals gar nicht wusste, diesen Schlupfwinkel schon längst[2]) für sich in Anspruch genommen hatte, aus dem ihn Herr Emery verjagt, um ihn zu verteidigen.

Es ist wahrhaft schmerzlich zu sehen, mit welcher Flüchtigkeit nicht bloß Emery, sondern sogar Forscher von der Bedeutung Wilhelm Roux's die hier berührten Probleme glauben behandeln zu dürfen. In der Art und Weise, wie der letztgenannte Forscher den Darwinismus gegen meine Einwände zu verteidigen[3]) sucht, offenbart derselbe leider nicht denjenigen Grad von Gründlichkeit, welchen die Sache beanspruchen darf. Was soll man dazu sagen, wenn Roux die Weismann'sche Ableitung der Rückbildungen durch Wegfall der Selektion mit der Bemerkung verteidigt, dass „die Auslese" (deren Fehlen ja die betreffende Wirkung hervorbringen soll) „hier eine überaus große ist und daher wohl die von Weismann angenommene Wirkung haben kann"? Oder was soll man erwidern, wenn die nachgewiesene gesetzmäßig komplizierte Variierung dadurch aus der Welt geschafft werden soll, dass man sie zurückprojiziert auf die Anlage im Keimplasma unter Berufung auf unsre Unkenntnis darüber, wie hier die betreffende Gesetzmäßigkeit (deren Vorhandensein nicht geleugnet werden kann) ihren Ausdruck findet? Ein Versteckenspiel, eine Flucht ins Dunkle ist es, wenn man vorschreibt, dass wir „aus den gemeinsamen Variationen mehrerer entwickelter gleicher Teile" „bloß

1) Emery, Biol. Centralblatt, Bd. X, S. 742 ff.

2) Weismann, Ueber die Vererbung. Jena 1883. S. 53.

3) Roux, Entwicklungsmechanik (Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte von Merkel und Bonnet, Band II, S. 423 fg.).

auf ein enges entwicklungsmechanisches Verknüpftsein der virtuellen Vorstufen dieser erst später gegliederten Bildungen schließen" dürfen. Denn wenn man zugeben muss und zugibt, dass das Gesetzmäßige der Variierung im Keim schon „irgendwie potentia" enthalten ist, so muss man sich doch sagen, dass damit Dasjenige, worum allein es sich handelt, zugegeben ist, und dass das „Wie" gar nicht mehr in Frage kommt. Dasselbe gilt natürlich auch von den gesetzmäßigen Korrelationen, über welche ich das, was Roux in diesem Punkte zu entgegnen wäre, schon im Voraus erörtert habe[1]).

Aber wir wollen uns hier gar nicht lange damit aufhalten, den Darwinismus auf die Richtigkeit seiner Einzelvoraussetzungen zu prüfen, wir wollen die Sache von einem etwas allgemeinern Gesichtspunkt auffassen, wollen uns hierzu eine scheinbare Abschweifung erlauben und uns zunächst einmal die Frage vorlegen: was ist denn eigentlich ein Organismus? Was ist Leben?

Ueber unser Unvermögen, diese Frage zu beantworten, herrscht wohl allgemeine Einigkeit. Denn selbst unsre Physiologen, welche wissen wollen, dass das Leben ein physikalisch-chemischer Prozess ist, wissen dies nur, sozusagen, programmmäßig. Sie haben sich das Resultat ihrer Rechnung im voraus selbst gegeben und suchen nun nachträglich den Weg, auf dem die geforderte Lösung herauszubringen ist. Wie weit man aber noch von des Rätsels Lösung entfernt ist, zeigt der Umstand, dass es noch nicht einmal gelungen zu sein scheint, das Rätsel in klare Worte zu fassen, eine Definition des Lebens zu geben.

Nun wäre zwar, könnte es scheinen, der Mangel einer richtigen Definition noch das kleinste Unglück. Was unter „Organismus", unter „Leben" verstanden wird, weiß ein Jeder. Man hat oft gestritten, ob ein Körper dem Tier- oder Pflanzenreich angehöre, aber ob ein Körper der belebten oder der unbelebten Natur beizuzählen sei, darüber tauchten — auch die Geschichte des *Eozoon Canadense*, selbst die des *Bathybius Haeckeli* ändert hieran nichts — noch keinerlei Meinungsverschiedenheiten auf. Praktisches Bedürfnis ist die gesuchte Definition nicht, aber wie dürfen wir hoffen, ein Rätsel zu lösen, das wir noch nicht einmal auszusprechen gelernt haben?

Der Organismus hat mit anorganischen Gebilden Form und Stoff gemeinsam, d. h. er hat räumliche Ausdehnung, ist ein Körper wie sie und besteht aus denselben Substanzen, die wir auch in der anorganischen Natur finden. Jeder lebende Körper kann mit Leichtigkeit in einen toten verwandelt werden. Könnten wir einen toten Körper in einen lebenden verwandeln, so wüssten wir wahrscheinlich das Wesen des Lebens anzugeben; aber wenn wir einen lebenden Körper in einen

1) Biol. Centralblatt, Bd. X, S. 464 ff.

toten verwandeln können, sollte es uns dann nicht möglich sein, die hierbei eintretenden Veränderungen zu bestimmen?

Die Gewebe eines Tieres gehen nach dessen Tode rasch Veränderungen ein, die hervorgerufen werden durch die Einflüsse der Außenwelt. Indem wir die Einflüsse der Außenwelt geeignet modifizieren, können wir die Veränderungen hintanhalten. Indem wir z. B. das Fleisch in kalte Umgebung bringen, können wir dasselbe vor den Einflüssen der Außenwelt schützen. Der organische Körper bedarf also nach seinem Tode eines Schutzes, um nicht in Folge der Einflüsse der Außenwelt verändert zu werden. So lange sie lebte, bedurfte die organische Materie gegen diese nämlichen Einflüsse des Schutzes nicht, der Schutz lag in ihr, sie war diesen Einwirkungen angepasst.

Nicht allenthalben zeigt sich nach dem Aufhören des Lebens eine solch auffallende Veränderung. Haare können lange unverändert aufbewahrt werden. In den osteologischen Sammlungen finden wir die Kalkmassen, welche einstige Organismen stützten, in den Insektensammlungen die Chitinhüllen früherer Lebewesen. Aber auch diese Teile sind gegen die Einflüsse der Außenwelt lange nicht mehr so geschützt, als zu der Zeit, wo sie Bestandteile des lebendigen Organismus waren. Durch künstliche Mittel muss den Einflüssen der Außenwelt begegnet werden, und was schließlich erhalten bleibt, war schon toter Bestandteil des lebenden Körpers.

So viel ist sicher, die organische Materie verliert mit dem Tode die Anpassung an die Außenwelt, in dieser Anpassung muss also etwas für das Leben Charakteristisches liegen.

Und in der That, Dasjenige, was uns die Lebenserscheinungen als etwas Andersartiges, in der anorganischen Natur nicht Vorkommendes erscheinen lässt, ist ganz ausschließlich das Verhalten gegenüber der Außenwelt.

Jeder Körper wird von seiner Umgebung beeinflusst, jeder setzt diesen Einflüssen einen bestimmten Widerstand entgegen; aber der leblose Körper setzt ihnen einen immer gleichen Widerstand entgegen, der Organismus dagegen kann diesen Widerstand den Einflüssen der Außenwelt entsprechend verändern, sei es dass er befähigt ist, den widrigen Einflüssen zu entfliehen, oder die eigene Form zu ändern, so dass dem Angriff besser widerstanden wird, oder denselben zu paralysieren, oder gar einen bereits erlittenen Schaden wieder auszubessern. Also auch die Erscheinungen der Wundheilung und der Regeneration verloren gegangener Teile, dieser Lebenserscheinungen κατ' ἐξοχήν sind nichts andres, als Anpassungserscheinungen.

Bei jeder Veränderung, die der Organismus an sich vornimmt, z. B. um einem Angriff von Außen zu entgehen, oder um irgend eine Einwirkung der Umgebung zu seinem Nutzen zu verwenden, wird Bewegung frei. Damit aber Kräfte frei werden, müssen Verbindungen

zerfallen, d. h. Stoffe des Organismus verbraucht werden. Diese im Kampf mit der Außenwelt verlorenen Stoffe kann nun der Organismus durch Assimilation der in der Außenwelt vorgefundenen Stoffe regenerieren. Da die Einwirkung der Außenwelt eine beständige ist, so ist der Verlust und damit der Ersatz von Stoffen ein beständiger, und es resultiert hieraus ein beständiger Stoffwechsel, der also nichts andres ist, als eine Anpassungserscheinung.

Dass Sensibilität und Perzeptionsfähigkeit Anpassungen an die Außenwelt sind, braucht nicht hervorgehoben zu werden, überhaupt wird Jeder bei einigem Nachdenken leicht erkennen, dass alle Lebenserscheinungen weiter gar nichts sind, als Anpassungserscheinungen, d. h. Erscheinungen jener ganz eigenartigen Wechselbeziehung zwischen Organismus und Außenwelt, die uns als organische Zweckmäßigkeit erscheint. Auch die Lebensthätigkeit der niedersten Organismen zeigt dieses Verhalten, ja, dieses Verhalten ist eben das Einzige, was die Lebenserscheinungen von den Erscheinungen in der anorganischen Natur unterscheidet. Die zweckmäßige Anpassung ist das, was den Organismus zum Organismus macht, was sich uns als das eigentliche Wesen des Lebendigen darstellt. Wir können uns keinen Organismus denken ohne dieses Charakteristikum[1]).

Und nun kehren wir zurück, und fragen uns: was will denn eigentlich der Darwinismus? Er will die Entstehung der organischen Zweckmäßigkeit erklären. Das hieße doch, er will die Entstehung des Lebens erklären. Aber will er denn das? Nein, sondern er setzt ja das Leben voraus und bringt nachträglich in die Organismenwelt die Zweckmäßigkeit hinein. Er verlangt von uns, dass wir uns Organismen denken, welchen das Einzige fehlt, was wir als das Wesen des Organischen erkennen können. Der Darwinismus behauptet also, dass es Organismen gab, welchen die Eigenschaft der zweckmäßigen Anpassung fehlte und für diese Behauptung bringt er nicht den leisesten Versuch eines Beweises, einer Begründung, bringt ihn deshalb nicht, weil er gar nicht merkt, was er behauptet. Die Aufgabe, den Beweis für diese Behauptung zu erbringen, d. h. diejenige Aufgabe, welche für den Darwinismus die allererste sein musste, ist ihm noch nicht einmal eingefallen, in Angriff zu nehmen.

1) Wer sich überzeugt hat, dass die Besonderheit organischer Körper, ihr eigentliches Charakteristikum in der zweckmäßigen Anpassung beruht, für den ist es eine völlig untergeordnete Frage, ob er dieser besondern Fähigkeit organischer Körper auch einen besondern Namen gibt. Er wird, wenn ihm dies bequem erscheint, durchaus kein Bedenken tragen, von einer vis adaptiva zu sprechen, weil er damit nur einer thatsächlich vorhandenen Erscheinung einen Namen gibt, und weil man ein Rätsel nicht dadurch aus der Welt schafft, dass man ängstlich vermeidet, es auszusprechen.

Wir erkennen also, auf welchem Fundament das System des Darwinismus aufgebaut ist. Und wir erkennen, dass jede Erklärung, welche das Leben voraussetzt, jede postvitale Erklärung der organischen Zweckmäßigkeit in jedem Falle voraussetzt, was sie erklären will, wir erkennen, dass die Erklärung der Zweckmäßigkeit mit der Erklärung des Lebens zusammenfallen muss.

Eine postvitale Erklärung der Zweckmäßigkeit ist auch der Lamarckismus. Er kann also ebenfalls zur Lösung des hier in Frage stehenden Problemes nichts beitragen. Auch übersieht, was nur nebenbei bemerkt sein möge, der Lamarckismus vollständig, dass die Fähigkeit, durch Uebung zu gewinnen, eine äußerst zweckmäßige Einrichtung ist, die nicht zur Voraussetzung einer Erklärung der Zweckmäßigkeit gemacht werden darf. Der Lamarckismus hat mit dem Darwinismus gemeinsam, dass er ebenfalls versucht, seine Jünger zu überrumpeln und ihnen die bittre Arznei der organischen Zweckmäßigkeit in möglichst zahlreichen aber möglichst verdünnten Dosen einzugeben, in der Hoffnung, dass nichts davon gespürt wird, eine Ordinationsweise, die immer auf ein zahlreiches und dankbares Publikum rechnen darf. Auch in der Fassung, welche Roux in seiner interessanten Schrift „Der Kampf der Teile im Organismus" dem Lamarckismus durch dessen Verbindung mit dem Selektionsprinzip gegeben hat, konnte dieser Fehler, weil er eben ein konstitutioneller ist, nicht beseitigt werden, ganz abgesehen davon, dass es zahlreiche Einrichtungen gibt, für welche von diesem Prinzip eine Erklärung verlangt werden müsste, ohne dass dasselbe eine solche zu leisten im Stande sein könnte. In der Schichtung der Linse unsres Auges haben wir z. B. die ebenso wunderbare Lösung einer Minimum-Maximumaufgabe, wie in der Anordnung der Knochenbälkchen, und doch kann hier selbstverständlich von einer Erklärung durch funktionelle Anpassung keine Rede sein.

Und selbst wenn wir einmal für eine Erscheinung der „äußern" oder der „innern"[1]) Zweckmäßigkeit eine mechanische Entwicklungsweise nachgewiesen hätten, ja, sogar wenn Dasjenige, was der sogenannten Entwicklungsmechanik als Ziel vorschwebt, vollständig erreicht wäre, so dürften wir uns nicht verhehlen, dass damit für das eigentlich Biologische noch wenig gewonnen wäre. Selbst wenn wir

1) Die „innere" Zweckmäßigkeit der „äußern" gegenüberzustellen, ist prinzipiell unrichtig. Je höher der Organismus differenziert ist, um so raffinierter kann er die Verhältnisse der Außenwelt zu seinem Nutzen ausbeuten, um so ausgedehntere Vorarbeiten hat er anzustellen, um so kunstvollere Apparate in Betrieb zu setzen. So liefert die „innere" Zweckmäßigkeit nur Vorarbeiten für äußere Leistungen, und ihr einziger Unterschied von der „äußern" ist der, dass die Beziehungen zur Außenwelt nur indirekte sind. Das Gleiche gilt von der gegenseitigen Anpassung der Teile an einander und der hieraus resultierenden „innern" Zweckmäßigkeit.

den ganzen Organismus, alle seine Funktionen, zu denen auch seine Entstehung gehört, mechanisch verstünden, so hätten wir damit vom eigentlich Biologischen noch nichts verstanden. Wenn uns, um beim frühern Beispiel zu bleiben, die Bewegungen sämtlicher Atome und alle Kräfte bekannt wären, welche zur Bildung des Kreuzschnabels führen, so dass wir die Entstehung des Schnabels mechanisch vollständig verstünden, so wäre uns das eigentlich Wesentliche noch eben so unverständlich als vorher. Denn das eigentliche biologische Rätsel ist ja die genaue Beziehung dieses ganz bestimmten Schnabels zu dem ganz bestimmten Nadelbaumzapfen, und über diesen Punkt können wir von der Kenntnis derjenigen Kräfte, die bei der Ontogenese in Wirkung treten, also von der Entwicklungsmechanik, selbst wenn sie auf dem Gipfel der Vollendung angelangt wäre, auch nicht die leiseste Aufklärung erwarten. Es ist deshalb auch keineswegs selbstverständlich und darf nicht einfach ohne Begründung behauptet werden, dass von der Entwicklungsmechanik auch „ein Schimmer der Aufhellung auf die Ursachen der Phylogenese fallen" wird. Wenn wir z. B. über das Wesen der ontogenetischen Wiederholung phylogenetischer Prozesse etwas besser unterrichtet wären, wenn wir „die Kräfte, welche diese Wiederholung vollziehen" kennen würden, so würde uns damit ja noch nichts über diejenigen Kräfte bekannt sein, welche diese Prozesse in der Phylogenese hervorriefen. Von der Kenntnis der ontogenetischen Kräfte einen Aufschluss über die phylogenetischen ohne Weiteres als selbstverständlich zu erwarten (sofern man nämlich sagen will, dass in diesem Punkt die Ontogenie sich anders verhalte wie jedes andre Kapitel der Physiologie) wäre falsch nicht nur nach der im Obigen vertretenen Auffassung, sondern sogar vom Standpunkt des Darwinisten. Denn dass in der Entwicklung des einzelnen Individuums eine Zielstrebigkeit, ein Hinarbeiten auf ein bestimmtes Resultat ganz unverkennbar ist, kann auch der Darwinist nicht leugnen. Eine solche Zielstrebigkeit soll aber in der Phylogenie fehlen. Die Zweckmäßigkeit in der Ontogenese muss zugegeben werden, die, wenigstens primäre Zweckmäßigkeit in der Phylogenese wird bestritten. Letzteres ist nun zwar falsch, doch allerdings besteht in diesem Punkte ein gewaltiger Unterschied zwischen beiden Arten der Entwicklung. Denn während wir einerseits in der Ontogenese einen fertigen zweckmäßigen physiologischen Vorgang beobachten, dessen Weg und Ziel gegeben ist, so ist andrerseits gerade das Erstaunliche an der phylogenetischen Entwicklung, dass hier das Ziel gesucht, der Weg gefunden werden muss. Die Zweckmäßigkeit der Ontogenese ist, wie die eines jeden physiologischen Vorgangs eine fertige, durch Vererbung überlieferte, wir sehen hier nur den Ablauf eines von langer Hand zweckmäßig vorbereiteten Prozesses, der schon vorgezeichnet ist in der Organisation des Keimes. Die Frage nach dem eigentlich Wesentlichen, nach der

wirklichen Entstehung dieser Zweckmäßigkeit führt also zur Frage nach der Entstehung des Keimes und damit zur Phylogenese, während die Entwicklung aus dem Keime nur (wenn auch erklärende) Beschreibung des Vorgangs ergeben kann, ebenso wie die genaueste Physiologie der Niere nur eine Beschreibung zweckmäßiger Vorgänge ist, in deren noch so genauer Darlegung eine Auskunft über das Zustandekommen dieser Vorgänge nicht gelegen sein kann. Wir sehen nur Ausgelöstes, durch Vererbung Ueberliefertes. Das erstmalige Auftreten einer Zweckmäßigkeit sehen wir nicht, oder doch nur ausnahmsweise, unter abnormen Bedingungen und auch dann nicht anders wie auch auf andern physiologischen Gebieten. Dann handelt es sich aber eigentlich nicht um einen ontogenetischen, sondern eher um einen phylogenetischen Prozess. Alles, was in der Phylogenese neu auftrat, trat natürlich im Lauf des Lebens von Individuen auf. Solche erstmaligen Erscheinungen, welche wir heute noch beobachten und als unsre wertvollsten Wegweiser ansehen können, dürfen aber nur uneigentlich zur Ontogenie gerechnet werden, denn sie sind gänzlich verschieden von den durch Vererbung bestimmten Entwicklungsvorgängen, aus denen sich die eigentliche Ontogenese zusammensetzt. Die vorerwähnten erstmals auftretenden Erscheinungen können natürlich in jedem Abschnitt des individuellen Lebens, (welches eigentlich in seiner Gesamtheit zur Ontogenese gehört), also auch in der Ontogenese im engern Sinn auftreten, doch der Zeitpunkt, in welchem sie erscheinen, verändert an und für sich nicht ihren Erklärungswert für die Phylogenese. Noch mehr gilt dies für die durch Vererbung fixierten ontogenetischen Prozesse, von denen die in den Anfängen der Ontogenie auftretenden nur auf Grund einer Aeußerlichkeit, des formalen Momentes der Entstehung, in besonders nahe Beziehung zur Phylogenese gesetzt werden. Auch hier kommt der Zeitpunkt des individuellen Lebens in welchem sie auftreten, für die Beziehung zur Phylogenese nicht in Betracht, zu dieser verhält sich die Ontogenie (wenn man von den bei der Beschreibung der Vorgänge sich ergebenden Analogien absieht), nicht anders, wie die andern, später auftretenden physiologischen Prozesse, und nicht mehr als diese kann sie prinzipiell zur Erklärung der Phylogenese beitragen.

Es ist durchaus wichtig, sich diese Dinge klar zu machen, denn von den allgemeinen Gesichtspunkten hängt die Fragestellung spezieller Untersuchungen ab. Wir werden uns also nicht etwa überreden lassen, unsre Neugierde nach der ersten, d. h. phylogenetischen Entstehung von Zweckmäßigkeiten so lange noch zu zügeln, bis die Entwicklungsmechanik genügende Vorarbeiten geliefert hat, sondern wir werden suchen, schon jetzt primäre Zweckmäßigkeiten, d. h. Akte, in denen sich zum ersten Male eine Zweckmäßigkeit zeigt, aufzufinden. Zu

diesem Zweck ist es vor Allem nötig, die Vererbung, welche die Ontogenie beherrscht, bei den Versuchen auszuschalten.

Schon seit einer Reihe von Jahren bin ich damit beschäftigt, von diesen Gesichtspunkten ausgehend, Experimente anzustellen, und es sei mir gestattet, die hauptsächlichsten Resultate einer diesbezüglichen Untersuchung hier vorläufig mitzuteilen, deren ausführliche Veröffentlichung baldigst erfolgen wird.

Um einen biologischen Vorgang zu finden, in welchem eine Zweckmäßigkeit primär, d. h. nicht als ererbte auftritt, versuchte ich, dem Amphibien-Auge die Linse herauszunehmen, um zu sehen, wie das Tier darauf reagiere. Es war von vornherein sehr wahrscheinlich, dass der Wassersalamander, dieser klassische Repräsentant des Regenerationsvermögens unter den Wirbeltieren, den Verlust der Linse in irgend einer zweckmäßigen Weise kompensieren werde, so dass mit ziemlicher Sicherheit aus diesem Versuch für unsere Frage etwas zu hoffen war, ganz besonders im Hinblick auf die etwaige Möglichkeit völliger Regeneration der Linse. Denn wenn diese erfolgte, so konnte sie ja unmöglich nach dem ererbten Typus der ontogenetischen Entstehung erfolgen, sondern der Organismus musste völlig neue Wege finden, um dieses Gebilde wieder herzustellen, welches, losgelöst von seinem Mutterboden, als ein Fremdling in fremde Umgebung gewandert und mit dieser nur in ganz lockere, äußerliche Verbindung getreten war. Der Versuch zeigte, dass die der Larve und der erwachsenen Form von *Triton taeniatus* entnommene[1]) Linse nach einigen Monaten vollständig regeneriert ist. Nach Feststellung dieses Thatbestandes war zu ermitteln, auf welchem Wege die Regeneration erfolgt. Als das Wahrscheinlichste konnte vielleicht zunächst erachtet werden die Regeneration aus dem Corneaepithel, weil dieser Weg der ontogenetischen Entstehung am nächsten käme. Bedachte man jedoch, dass in diesem Falle die Epithelzellen die ganze mesodermale Schicht der Cornea, die vordere Kammer und die Pupillaröffnung zu durchwandern hätten, so konnte diesem Entstehungsmodus wenig Wahrscheinlichkeit zugesprochen werden; es war vielmehr zu vermuten, dass die Regeneration erfolge aus Zellen des Augenbechers oder seines Inhalts. Aber was sind denn da noch für Zellen, an welche man denken könnte? Etwa die Retinazellen? Diese waren von vornherein auszuschließen: so hochdifferenzierte Zellen können sich nicht mehr zum einfachen Epithel zurückbilden. Oder etwa mesodermale Zellen? Dass Bindegewebszellen, welche ja ursprünglich selbst Epithelzellen waren, sich wieder zum epithelialen Verbande ordnen, ist ja in der Embryologie nichts Unerhörtes. Aber doch war die mesodermale Regeneration eines ektodermalen Gebildes kaum zu erwarten. Doch was

1) Medianer Schnitt durch die Cornea, Entbindung durch vorsichtigen Druck auf den Bulbus.

konnte denn sonst noch in Betracht kommen? Etwa das Epithel der Iris? Sollten Zellen, welche den Beruf haben und bereits ausüben, möglichst undurchsichtig zu sein, diesen Beruf auch einmal, wenn es gerade zweckmäßig ist, vertauschen können mit dem denkbar entgegengesetztesten Berufe, möglichst durchsichtig zu sein? Jedenfalls haben wir hier ein ektodermales Epithel, welches den Epithelcharakter des ursprünglichen Hornblattes, aus welchem ontogenetisch die Linse entsteht, noch am reinsten bewahrt hat. Die einzige Differenzierung desselben ist die dichte Pigmentanhäufung in den Zellen. Aber die Wegschaffung von Pigment ist für den Organismus bekanntlich eine Kleinigkeit. Die Linse aus diesem Epithel zu regenerieren, musste für den Organismus unter allen vorhandenen der einfachste Weg sein. Und diesen einfachsten Weg wählt der Organismus. Das innere epitheliale Blatt der Iris verliert sein Pigment, welches von massenhaft herbeieilenden Leukocyten fortgetragen wird, am Pupillarrande wuchert das Epithel, aus diesen Wucherungen entsteht am obern Rand der Pupille ein Linsensäckchen, und aus diesem Linsensäckchen bildet sich — nunmehr nach vererbtem Typus — die vollständig normale Tritonenlinse. Abnorm ist zuweilen bei *Triton* nur die Lagerung der Linse, welche in Ausnahmsfällen in die vordere Kammer hineinwächst, eine abnorme Beschaffenheit der Linse selbst habe ich dagegen bei Urodelen nie beobachtet, wohl aber bei Anuren, wo die Tendenz zur Faltenbildung, welche die Iris hier zeigt (Ciliarfalten), bei der neugebildeten Linse ebenfalls zur Geltung kommen kann, dergestalt, dass eine Linse resultiert mit zottenartigen Auswüchsen, die zwar ebenfalls die Linsenstruktur zeigen, die aber selbstverständlich den optischen Wert der Linse vollständig vernichten müssen.

Nietleben bei Halle a. S., Juli 1894.

Ueber die Zellkörnchen bei den Protozoen.

Von **Marian Przesmycki** in Warschau.

(Vorläufige Notiz).

(Aus dem zootomischen Laboratorium der k. Universität Warschau.)

Wem von den gelehrten Naturforschern ist nicht die Altmann'sche Granulatheorie bekannt?!

Der Tendenz Granula als wichtige morphologische Einheiten der lebenden Materie zu betrachten, begegnet man in allen Altmann'schen Arbeiten. In diesem Sinne spricht er seine Anschauung schon im Jahre 1886[1]) aus, sich auf seine ersten Forschungen über

1) 1886: Studien über die Zelle.

Chlorophyll- und Pigmentkörner, die Zellen des Darmepitheliums, Leber- und Nervenzellen, Muskel- und Nervenfasern stützend.

Dieselbe Anschauung spricht Altmann ausdrücklicher in seiner späteren Arbeit vom Jahre 1890[1]) aus, indem er sich auf seine neuen Untersuchungen über die Leber von *Rana esculenta* und Sekretionserscheinungen in den Drüsen stützt.

Seinen Beobachtungen nach meint Altmann das Recht zu haben, „das Protoplasma als eine Kolonie von Bioblasten zu definieren, deren einzelne Elemente, sei es nach Art der Zoogloea, sei es nach Art der Gliederfäden gruppiert und durch eine indifferente Substanz verbunden sind", demgemäß „bildet der Bioblast", nach ihm, „jene gesuchte morphologische Einheit der organisierten Materie, von welcher alle biologischen Erwägungen in letzter Instanz auszugehen haben".

Dieselbe Anschauung und mit denselben Worten wiederholt Altmann in der letzten Ausgabe (1894) seiner Arbeit — „die Elementarorganismen und ihre Beziehungen zu den Zellen" —, indem er sie mit den neuesten Resultaten seiner Forschungen und Beobachtungen bekräftigt, welche die granuläre Zusammensetzung des intergranulären Netzes und des Kernes[2]), sowie das Verhältnis zwischen den Bildern seiner Teilung und denen der Ruhe[3]) zeigen sollen.

Dass die Zelle kein letzter Elementarorganismus sei, fanden schon Viele vor Altmann. Welcher Art die Anschauungen jener Gelehrten sind und inwiefern sie mit denen Altmann's übereinstimmen, wird bald in meiner vollständigen Arbeit genauer in Betracht genommen werden. Hier soll nur angedeutet werden, dass Altmann jedenfalls der hervorragendste und wohlverdiente Vertreter der molekulären Richtung in der Zellenlehre ist.

Die Altmann'sche Granulatheorie hat Anlass gegeben zur Bildung einer recht reichen Litteratur. Wie überall, so haben sich auch hier zwei Lager gebildet: das eine — der Parteigänger, das andere — der Gegner. Von den ersteren werden verhältnismäßig wenige gezählt: die Gebrüder Zoja[4]), S. Lukianow, Jul. Steinhaus und J. Raum.

Gegen die Altmann'sche Hypothese haben sich ausgesprochen vor anderen: P. Mitrophanow in den Jahren 1889 und 1893, sich

1) 1890: Die Elementarorganismen und ihre Beziehungen zu den Zellen.

2) 1892: Ein Beitrag zur Granulalehre. Verhandl. der anatom. Gesellsch. in Wien.

3) 1893: Ueber Kernstruktur und Kerntechnik. Verhandlungen der anat. Gesellschaft in Göttingen.

4) Luigi e Rafaello Zoja, Interno ai plastibuli fuchsinofili (Bioblasti dell' Altmann).

auf seine Forschungen über die Elemente von verschiedenen Gewebezellen der verschiedenen Tiere, und nachher über Bakterien, stützend, indem er sich der Methode der Methylenblaufärbung während des Lebens bediente[1]); dann Flemming[2]), Roux, Bütschli[3]), Ehrlich, O. Hertwig[4]), Rosenstadt[5]).

Der kleine Rahmen der vorläufigen Notiz nötigt mich wiederum die Betrachtung des Inhalts der Kritiken dieser Autoren, sowie Altmann's Antworten auf dieselben vorläufig bei Seite zu legen[6]).

Was meine selbständigen Untersuchungen betrifft, so werden hier ebenfalls nur die Hauptsachen angezeigt.

Die Aufgabe meiner Arbeit bestand in der Ausführung einer Reihe von Forschungen über gewisse Formen der Infusorien, mit Hilfe der Methode der Methylenblaufärbung während des Lebens, und einer vergleichenden Zusammenstellung der damit erhaltenen Resultate mit denen, welche ich durch das Anwenden der Altmann'schen Methoden erhalten hatte, und denjenigen, welche Altmann selbst bis jetzt dargestellt hat.

Als Untersuchungsmaterial dienten mir Infusorien der Gruppe *Ciliata*. Nach Bütschli's System[7]) ordnen sich dieselben folgendermaßen an:

Ordo *Trichostomata.*

- Subordo: *Aspirotricha*
  - Fam. *Chilifera* — *Colpidium colpoda.*, *Colpidium nasutum.*
  - Fam. *Paramaecina* — *Paramaecium aurelia.*
  - Fam. *Opalinia* — *Opalina ranarum.*, *Opalina dimidiata.*
- Subordo: *Spirotricha*, Sectio: *Heterotricha.*
  - Fam. *Plagiotomina* — *Spirostomum ambiguum.*
  - Fam. *Stentorina* — *Stentor coeruleus.*

1) P. Mitrophanow: a) Protokolle der Sitzung der biologischen Abteilung der Warschauer Gesellschaft der Naturforscher, 1889; b) Ueber die Bestandteile der Bakterien (Arbeiten aus dem zootom. Laboratorium an der Universität Warschau, Nr. VI); c) Ueber Zellgranulationen. Biol. Centralblatt, Bd. IX; d) Étude sur l'organisation des Bactéries. Internationale Monatschrift für Anatomie und Physiologie, Bd. X, Heft 11.

2) W. Flemming, Zelle. (Fr. Merkel und R. Bonnet, Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte, I, 1892.)

3) Dr. O. Bütschli, Untersuchungen über mikroskopische Schäume und das Protoplasma. Leipzig 1892.

4) Dr. Oscar Hertwig, Die Zelle und die Gewebe. Jena, 1892.

5) B. Rosenstadt, Zellgranula, Keratohyalingranula und Pigmentgranula. Internationale Monatsschrift für Anatomie und Physiologie, 1893, Bd. X.

6) Eine ausführliche Auseinandersetzung der Altmann'schen Anschauungen und die Litteratur der Granulafrage finden wir in dem Aufsatz von J. Aug. Hammar, Altmann's Granulatheorie. Archiv f. Anat. u. Phys., 1894, Anat. Abt., Heft I u. II.

7) Dr. H. G. Bronn's Klassen und Ordnungen des Tier-Reichs, I. Band, Dr. O. Bütschli, *Protozoa.*

Alle diese Formen, mit Ausnahme der *Opalina*, bekam ich aus Aquarien von doppelter Art: 1) aus Aquarien mit Heu, Moos, Aehren und frischem Wasser aus der Wasserleitung und 2) aus Aquarien mit Baumblättern und Schlamm aus einem faulenden Brunnen in einem vorstädtischen Garten („Promenada“) und aus einer faulenden Pfütze im Garten der Universität.

Paramaecium aurelia und *Colpidium* fanden sich in der größten Zahl und im reinsten Zustande in den Aquarien mit Heu oder Moos; in den Aquarien der zweiten Art aber waren dieselben Formen in viel kleinerer Zahl vorhanden und ihre Existenz war auch eine viel kürzere als in den Aquarien der ersten Art.

Stentor coeruleus und *Spirostomum ambiguum* bekam ich dagegen ausschließlich aus den Aquarien der zweiten Art.

Opalina endlich, wurde aus dem Rectum der Frösche gewonnen.

Für meine Untersuchungen brauchte ich zweifache Methoden: 1) die Methode der Methylenblaufärbung während des Lebens und 2) zwei spezifische Methoden Altmann's, welche man nach einer vorangehenden Fixierung mit verschiedenen tötenden Mischungen anwendete.

Die erste Methode wendete ich ungefähr in derselben Art an, in welcher sie P. Mitrophanow im Jahre 1889 für seine Untersuchungen über Gewebe und nachher — im Jahre 1893 — über Bakterien anwendete. In eine Portion des die Infusionstierchen enthaltenden Wassers, welches man aus einem beliebigen Aquarium genommen hatte, wurde eine entsprechend verdünnte Lösung von Methylenblau eingetröpfelt. Dabei habe ich mir immer Mühe gegeben, das Infusorien enthaltende Wasser und die Farbenlösung in verhältnismäßig bestimmten Quantitäten zu nehmen. Das von dort genommene Objekt wurde an demselben, oder am folgenden Tage, oder noch später, dem Prozess der Beobachtung gemäß, mit gesättigter Sublimat-Lösung in physiologischer Kochsalzlösung fixiert und in Glyzerin aufbewahrt. Um Schnitte von den mit Methylenblau während des Lebens gefärbten Infusorien zu bekommen, wurden die letzteren ins Paraffin nach der Parker'schen Methode[1]) eingebettet.

Was die Altmann'schen Methoden betrifft, so wurden von mir die zwei ersteren angewendet: 1) Fixierung mit der Mischung Altmann's, Färbung mit Säurefuchsin; 2) Fixierung mit 2prozentiger Osmiumsäure, Nachbehandlung mit Goldchlorid und Färbung mit Cyanin. Diese beiden Methoden wurden selbstverständlich, dem Objekte gemäß, von mir modifiziert.

Die Schnittdicke betrug immer $^1/_{300}$ mm.

---

1) G. H. Parker, Zoologischer Anzeiger, Nr. 403, 1892.

Jetzt will ich die faktischen Resultate meiner Untersuchungen und Beobachtungen in kürzester Weise darstellen und sie zugleich mit denen Altmann's vergleichen.

Vor allem will ich die Thatsache notieren, dass die Anwesenheit der Zellgranulationen in allen von mir erforschten Formen der Infusorien mit Hilfe der von mir angewendeten Methoden nachgewiesen werden kann.

Dem Charakter der sich färbenden Körnchen nach, können dieselben in zwei Hauptgruppen eingeteilt werden: 1) in Körnchen, welche sich in Vakuolen sehen lassen, und 2) diejenigen, welche in dem Entoplasma auftreten.

Die vakuolären Körnchen treten deutlicher auf und fallen eher ins Auge als die der zweiten Gruppe angehörenden Körnchen. Die Körnchen der ersten Gruppe können sowohl mit der Methode der Methylenblaufärbung während des Lebens, wie auch mit den beiden Altmann'schen Methoden hervorgerufen werden. Der Unterschied liegt nur darin, dass man im ersten Falle ein klareres, volleres und mehr verschiedenartiges Bild, als in dem zweiten, erhält.

Bei Methylenblaufärbung treten die Körnchen in den Vakuolen, entweder in Form großer, runder (oder mit etwas unregelmäßigen Konturen) Granulationen, welche aufeinander liegen und in dunkler Farbe gefärbt sind (*Paramaecium aurelia*, *Colpidium nasutum*), oder in Form sehr kleiner, verschiedenartiger Körnchen, welche entweder an der Bildung der kompakten Vakuolen Teil nehmen, oder im Innern der Vakuole in größerer oder kleinerer Masse, auf einem helleren Hintergrunde zerstreut sind. Was die Form dieser Körnchen betrifft, so stellt sich dieselbe größtenteils als regelmäßig rund vor; es gibt auch ovale Formen, und zuweilen erinnern diese letzteren an eine Form der Flagellata *Chilomonas*, zuweilen an abgesonderte Gliederchen der stäbchenförmigen Bakterien (*Paramaecium aurelia*, *Colpidium colpoda*). Ich halte es für möglich das Vorkommen dieser letzteren Formen durch eine wirkliche Anwesenheit von Bakterien oder sehr kleiner Infusorien in den Vakuolen erklären zu können, welche die größeren Formen der Infusorien bei der Aufnahme von Nahrung verschlucken könnten. Ich gebe jedoch dieser Erklärung nicht die Bedeutung einer dem Zweifel nicht unterliegenden Thatsache. Schon Ehrenberg[1]) spricht von der Fähigkeit der Infusorien die kleineren Formen herunterzuschlucken. Ich selbst hatte einmal Gelegenheit in der Vakuole einer lebenden *Bursaria truncatella* einige Formen *Chilomonas* zu beobachten, welche während meiner Beobachtung sich noch ganz wohlergehend bewegten.

Auf den Bildern, welche man bei Anwendung der Altmann'schen Methoden bekommt, werden zwei Hauptarten der Färbung beobachtet.

1) Dr. Christian Gottfried Ehrenberg, Die Infusionstierchen als vollkommene Organismen. Leipzig 1838.

Einmal stellen sich die Vakuolen als regelmäßige, im Ganzen in dunklen Farben diffus gefärbte, undurchsichtige Kügelchen vor, von denen man nur mit Hilfe des Immersionssystemes ein Bildnis von sehr kleinen Granulationen entziffern kann (*Colpidium colpoda, Paramaecium aurelia*); in andren Fällen stellen sie sich als ungefärbte, hohle, mit mehr oder minder regelmäßig runden Konturen umgrenzte Räume dar, in welchen es gelingt, einen gewissen, zuweilen in helle Farben gefärbten Inhalt und darin noch sehr kleine in dunklere Farben gefärbte Körnchen zu beobachten (*Paramaecium aurelia, Colpidium colpoda* und *nasutum*).

Die Größe dieser, sozusagen vakuolären Körnchen, ist im allgemeinen geringer als die derjenigen, welche im Entoplasma liegen. Von dem vakuolären Charakter der Zellkörnchen finden wir bei Altmann keine Erwähnung. Ich halte es für möglich, anzunehmen, dass die Granulationen, welche in den so charakterisierten Vakuolen auftreten, die beste Bestätigung für jene Anschauung der Autoren sind, wonach „die Zellgranulationen sich als morphologische Zeichen der biologischen Prozesse vorstellen, welche innerhalb der Zelle ablaufen“: die Körnchen von vakuolärem Charakter treten als Stoffwechselprodukte in den Infusorien hervor[1]).

In die zweite Gruppe der Zellgranulationen gehören die kleinsten und auch die größeren Körnchen, welche abgesondert in dem Entoplasma zur Einlagerung kommen.

Die Bilder, welche man bei Anwendung der ersten Altmann'schen Methode bekommt, entsprechen der morphologischen Seite nach völlig denen, welche Altmann darstellt: in dem Entoplasma einer und derselben Form treten gleichzeitig die kleinsten, sich dunkler färbenden, und die größeren, sich heller färbenden Körnchen auf; die letzteren stellen sich ja als Zusammenhäufungen kleinerer, zusammengeflossener Körnchen vor; in demselben Falle treten die Zellgranulationen auch als Gruppen von kleineren Körnchen, welche noch nicht zusammengeflossen sind, hervor.

Was die Form der Granulationen dieser Gruppe betrifft, so stellt sich dieselbe fast immer, sowohl bei den größeren als auch bei den kleinsten, regelmäßig rund, seltener aber oval vor.

Endlich treten die Zellgranulationen als Stäbchen auf, welche nicht ganz gerade und deren äußere Spitzen abgerundet sind. Gestützt auf genaue Beobachtungen, halte ich für unzweifelhaft, dass die genannten Stäbchen nicht homogen sind, sondern wieder aus runden Körnchen bestehen. Ganz denselben Bau zeigen auch Trichocysten.

1) In dem gleichen Sinne ist auch die Notiz von Prof. A. Fischer, Zur Kritik der Fixierungsmethoden und der Granula (Anat. Anz., IX. Bd., Nr. 22) bemerkenswert.

Etwas andere Resultate bekommt man bei Anwendung der Methode der Methylenblaufärbung während des Lebens. Die Körnchen, welche sich in diesem Falle in dem Entoplasma eingelagert finden, entsprechen nur teilweise den Altmann'schen Granulis. Die größte Aehnlichkeit glaube ich zwischen den kleinsten Körnchen, welche im ersten und denen, welche im zweiten Falle auftreten, beobachten zu können: in beiden Fällen haben dieselben eine hauptsächlich runde Form; sie stellen sich auf gleiche Weise in dunklen Farben gefärbt und mehr oder minder gleich, der Größe nach, dar. Die größeren Körnchen aber, welche sich mit Hilfe des Methylenblau färben, machen nicht den Eindruck von Zusammenhäufungen, was man in den mit Säurefuchsin färbenden Körnchen beobachten kann. Oft erinnern die ersteren sogar an gewöhnliche Abscheidungsprodukte.

Die Resultate, welche ich bei Anwendung der zweiten Methode Altmann's bekommen habe, nähern sich mehr denjenigen, welche Methylenblaufärbung verursachte.

Mich auf die Uebersicht der zweiten Körnchengruppe stützend, halte ich es für möglich eine Schlussfolgerung zu machen, welche für die Altmann'sche Hypothese spricht, nämlich dass die Zellkörnchen, welche den Altmann'schen Granulis entsprechen, in allen von mir erforschten Formen der Infusorien auftreten.

Bis jetzt aber ist es mir nicht gelungen, Erscheinungen zu beobachten, welche auf irgend eine Weise für die Anwesenheit einer Lebensthätigkeit in den Granulis sprechen oder ihre Fortpflanzung nachweisen könnten.

Gestützt auf alles vorher Gesagte, erlaube ich mir folgende Anschauung, hinsichtlich der Altmann'schen Hypothese, zu bilden; ich glaube annehmen zu müssen, dass man die Anwesenheit von Körnchen, welche den Altmann'schen Granulis entsprechen, in den Zellen als ein keinem Zweifel unterliegendes Faktum ansehen kann, dass es jedoch bis jetzt zu wenig Thatsachen gibt, um den Granulis die Bedeutung von elementaren Bestandteilen der Zelle zusprechen zu können; ferner finde ich keinen Grund dafür, das Protoplasma mit einer „Art der Zoogloea" vergleichen zu können.

Die Formenphilosophie von Hans Driesch und das Wesen des Organismus.

Von **Wilhelm Haacke.**

Hans Driesch hat im vorigen Jahre eine kritische Studie über „Die Biologie als selbständige Grundwissenschaft" (Leipzig, W. Engel-

mann) veröffentlicht, die so viele Fragen, welche für die Naturwissenschaft im allgemeinen und für die Biologie im besondern von der allergrößten prinzipiellen Wichtigkeit sind, behandelt, dass es als eine nicht abzuweisende Notwendigkeit erscheint, diese Studie eingehend zu analysieren und auf die Haltbarkeit der darin vorgetragenen höchst eigenartigen Anschauungen zu prüfen.

Es ist nötig die einzelnen Paragraphen dieser Schrift der Reihe nach vorzunehmen, weil es sonst schwer werden würde, den Gedankengang von Driesch zu würdigen.

Driesch beginnt mit folgendem von ihm in Anführungszeichen gesetzten Ausspruch, der charakteristisch für die heutige Biologie sein soll. „Das Leben", lässt er die Vertreter dieser Wissenschaft behaupten, „ist ein chemisch-physikalisches Problem verwickelter Natur, und es ist die Aufgabe der biologischen Wissenschaft, die im Gebiet des Lebenden sich äußernden Wirkungsweisen auf die Kräfte der anorganischen Natur zurückzuführen." Die Begründung dieses Satzes will Driesch prüfen; aber der Satz zeigt, dass Driesch von einer nicht ganz richtigen Auffassung ausgeht. Es lässt sich ja nicht leugnen, dass Aussprüche wie der, den Driesch in Anführungszeichen gesetzt hat, oft genug gethan worden sind; es muss aber gleichzeitig auch betont werden, dass, wenn auch viele, vielleicht die meisten, Biologen einen solchen Satz als ihrer Anschauung entsprechend bezeichnen würden, es dennoch einige, vielleicht wenige, gibt, die ihre Ansichten über die Probleme der Biologie in anderer Weise ausdrücken würden.

Es kann sich nicht darum handeln, das „Leben" als ein Problem zu betrachten, denn Leben ist nichts weiter als Bewegung. Werfen wir ein Stück Kreide in Schwefelsäurelösung, so sehen wir, dass sofort Leben, d. h. Bewegung, entsteht, während die Kreide vorher tot war. Absolutes Gleichgewicht bedeutet absoluten Tod, wo aber Bewegung ist, da ist Leben, einerlei ob es sich um Organismen oder um nicht organisierte Körper handelt. Eine Raupe, die durch die Einwirkung starker Kälte starr und spröde wie Eis geworden ist, ist zweifellos tot. Aber ihre Organisation braucht darum nicht gestört zu sein. Lässt man sie langsam auftauen, so kehrt sie wieder zum Leben zurück, d. h. die Thätigkeit, die Bewegung ihrer Organe beginnt von neuem, und der Umstand, dass diese Raupe zeitweilig tot war, hindert sie nicht daran, sich zu einem Schmetterlinge zu entwickeln, weil sie sowohl im lebenden als auch im toten Zustand ein Organismus ist. Vernichten wir aber diesen Organismus auf irgend eine Art, etwa indem wir der Raupe den Kopf abschneiden, so wird der Körper nicht starr und unbeweglich, sondern er beginnt sich zu zersetzen; es tritt an Stelle der vorher in ihm herrschenden organi-

schen Bewegung unorganische Bewegung[1]). In dem einen sowohl, als auch in dem anderen Falle haben wir es aber mit Bewegung, d. h. mit Leben zu thun, das eine Mal mit organischem, das andre Mal mit unorganischem Leben.

Die Biologie hat es also nicht mit dem Problem des „Lebens" zu thun, sondern mit dem der Organisation. Besser als die Bezeichnung Biologie, d. h. Wissenschaft vom „Leben", wäre deshalb der Ausdruck Organologie, den wir aber gewöhnlich in einem anderen Sinne gebrauchen. Mit dem Leben, d. h. mit der Bewegung, hat es die Dynamik zu thun, die Wissenschaft von der Bewegung im weitesten Sinne, die einen Teil der Mechanik bildet und der Gleichgewichtslehre, der Statik, gegenübersteht, die den zweiten Hauptteil der Mechanik ausmacht. Die Mechanik im weitesten Sinn ist aber die Wissenschaft vom Gleichgewicht und von der Bewegung sowohl in der organischen als auch in der unorganischen Natur, und die Wissenschaft von den Organismen kann keine andere sein als die von den Gleichgewichts- und Bewegungszuständen, die wir an den Organismen wahrnehmen; sie ist deshalb eine mechanistische Disziplin. Dieses und nichts anderes behaupten, im Grunde genommen, die „modernen" Biologen, und dass die Biologie die Hilfe der Physik und der Chemie bei der Lösung ihrer Aufgaben in Anspruch nimmt, ist nur natürlich, auch wenn sie nicht als auf die Tiere und Pflanzen angewandte Physik und Chemie bezeichnet werden kann, sondern, gleich den physikalischen Disziplinen, gleich Hydrodynamik und Akustik und gleich der Chemie angewandte oder spezielle Mechanik ist: Lehre vom Gleichgewicht und von der Bewegung in der organischen Natur. Die Warnung Driesch's „vor der festen Ueberzeugung, es müsse unter allen Umständen ‚das Leben' ein physikalisches und chemisches Problem sein, d. h. sich in das, was man Physik und Chemie nennt, auflösen lassen", ist also überflüssig, und wir können nicht „vielleicht", wie Driesch meint, sondern wir müssen dem oben zitierten „zeitgemäßen" Meinungsausdruck die Bedeutung unterlegen, „er halte das Leben", d. h. die Organisation, „für ein mechanisches oder besser mechanistisches Problem".

Die Chemie hat es mit der Mechanik der Atome zu thun, die Hydraulik mit der der Flüssigkeiten, die Optik mit der des Aethers, und die Biologie mit der des Plasmas, des organischen Bildungstoffes. Um Mechanik handelt es sich aber in allen diesen Wissenschaften: alle kommen schließlich auf die Mechanik der Uratome hinaus. Wenn wir also mit Driesch die Begründung von irgend etwas prüfen wollen, so kann es sich nur um die Begründung der Lehre, dass die Biologie eine „mechanistische" Wissenschaft sei, handeln.

1) Ich sehe hier natürlich davon ab, dass an dieser unorganischen Bewegung Mikroorganismen einen wesentlichen Anteil haben.

Bei der Prüfung, die Driesch anstellt, müssen wir uns, sagt er, naturgemäß zuerst mit der Frage beschäftigen, „ob denn ‚das Leben' für uns ein einheitliches Problem, oder ob es nicht vielmehr eine Summe verschiedener, wennschon in gegenseitiger Beziehung stehender Probleme sei. Mit Leichtigkeit", fährt Driesch fort, „werden wir konstatieren, dass letzteres der Fall ist; dann aber ist gleich bei Beginn der Untersuchung jener oft gehörte Ausspruch zum mindesten als nicht präzis, ja, wir können geradezu sagen, als oberflächlich erkannt." In verständlichere Ausdrucksweise übersetzt, lautet die Frage Driesch's: Ist der Organismus aus einem einzigen Prinzipe heraus zu erklären? Und Driesch glaubt mit Leichtigkeit nachweisen zu können, dass diese Frage zu verneinen ist.

Zunächst prüft Driesch, was man Alles bezüglich eines gegebenen Tier- oder Pflanzenkörpers fragen könne, wodurch wir, wie Driesch ganz richtig sagt, „offenbar die Zahl der möglichen biologischen Probleme" erhalten. Aber leider stellt Driesch etliche Fragen, die notwendiger Weise aufgeworfen werden müssen, nicht; er behandelt die sie betreffenden Gebiete der Zoologie und Botanik als „biologische Nebendisziplinen" und rechnet zu diesen die Lehren von der geographischen und geologischen Verbreitung der Formen, die ihn „nicht interessieren", und denen er die Disziplinen der „reinen Biologie" gegenüberstellt. Driesch reißt also den Organismus aus seiner Umgebung heraus und begeht damit den schlimmsten Fehler, den ein Biologe der Gegenwart machen kann. Wer Tiere und Pflanzen wirklich kennt, wer sie in ihrer natürlichen Umgebung aufgesucht hat, der weiß, dass sich die Probleme der Biologie nur dann lösen lassen, wenn man den Organismus als einen integrierenden Teil des Gebietes, das er bewohnt, betrachtet; denn das letztere wird gewissermaßen verstümmelt, sobald man sich eine es bewohnende Tier- oder Pflanzenart aus ihm fortdenkt. In der That stellt jedes in sich abgeschlossene Wohngebiet, sei es ein großer Wald, eine Austernbank, ein Korallenriff oder ein Weiher, einen Gleichgewichtszustand dar. Reißt man aus diesem eine Organismenart heraus, so wird das Gleichgewicht gestört; es tritt zwar nach einiger Zeit ein neuer, aber auch ein anders gearteter Gleichgewichtszustand ein, Beweises genug, dass die betreffende Tier- oder Pflanzenart eine ganz bestimmte Rolle in jenem Gleichgewichtszustande spielte, eine Rolle, der sie gewachsen sein muss, die also ihre Organisation verständlich machen hilft.

Warum das Wasser in einem Flusse ganz bestimmte Strömungsformen zeigt, wissen wir, sobald wir seine Menge und die Form des Flussbettes kennen, und warum dieser oder jener Organismus so und nicht anders geformt ist, lernen wir verstehen, sobald wir untersuchen,

welcher Lebensgemeinschaft er angehört. Dass demnach die geographische und geologische Verbreitung der Organismen, die uns über die Rollen Aufschluss gibt, welche die Tier- und Pflanzenformen gegenwärtig spielen oder in früheren Zeiten innegehabt haben, uns nicht zu interessieren brauche, ist eine Anschauung, die wir nicht zu der unsrigen machen dürfen, nachdem wir erkannt haben, dass es sich auch hierbei, wie in der ganzen Natur, lediglich um Gleichgewichts- und Bewegungszustände handelt. Da aber Driesch die Lehren von der geographischen und geologischen Verbreitung der Organismen nicht mit in seine kritische Studie hineinzieht, werden wir auch unsrerseits berechtigt sein, diese letztere selbst mit kritischem Blick zu betrachten.

Die erste Aufgabe der „reinen" Biologie ist nach Driesch die „Beschreibung" des gesamten Entwicklungsganges jedes individuellen Organismus. Auch wenn diese Disziplin sich über den „ziemlich rohen" Zustand, in welchem sie sich nach Driesch gegenwärtig befindet, erhebt, soll sie nichts weiter als Beschreibung bleiben. Dagegen hat die „Entwicklungsmechanik" die allgemeinen Prinzipien zu erforschen, die „sich in der Entwicklung offenbaren; sie „geht über die Beschreibung hinaus zur Theoriebildung", und ihr „wesentliches Hilfsmittel ist das Experiment".

Wir können die Unterscheidung einer Disziplin, die alles, was in der Organismenwelt im Einzelnen vorgeht, zum Gegenstande hat, von einer zweiten, die es lediglich mit den Gesetzen der organischen Formenbildung zu thun hat, nur gutheißen; man darf aber diese beiden Disziplinen nicht in Gegensatz zu einander bringen. In dem einen Falle handelt es sich um spezielle, in dem andern um allgemeine Formenkunde. Aber auch die spezielle Formenkunde hat es nicht lediglich mit der „Beschreibung" ihrer Objekte zu thun, sondern sie hat jede einzelne Formenerscheinung auf ihre Ursachen zurückzuführen; sie hat also die von der allgemeinen Morphologie aufgefundenen Gesetze auf den einzelnen Fall anzuwenden. Wenn man also von „beschreibender" Formenkunde sprechen will, so muss man immer im Auge behalten, dass es sich dabei nicht nur um die bloße Darstellung der Erscheinungen, sondern auch um die Auffindung der in dem betreffenden Falle wirksamen Ursachen handelt. Es ist also nicht richtig, dass uns, wie Driesch will, lediglich die Entwicklungsmechanik ein Problem darbietet, sondern es handelt sich in der speziellen Morphologie jedesmal um die Lösung eines speziellen Problems, ein Umstand, der Driesch entgangen ist. — Doch sehen wir weiter zu, welche biologischen Disziplinen Driesch sonst noch unterscheidet.

„Als wichtigstes Problem von allen", fährt Driesch in seiner Untersuchung fort, „dürfte wohl den meisten die Antwort auf die

Frage erscheinen, warum denn die vorliegende Form gerade so sei, wie sie ist, was die Ursache ihrer Existenz sei."

Dieses Problem ist offenbar ein Problem der speziellen Morphologie; Driesch stellt es indessen nicht als solches hin. Wir werden sehen, dass Driesch im weiteren Verlauf seiner Studie den Nachweis zu führen sucht, dass dieses Problem überhaupt kein Problem sei, sondern dass die Frage, warum eine spezielle Form so und nicht anders beschaffen sei, nicht gelöst werden könne. — Doch gehen wir weiter!

„Die Frage nach den Beziehungen der Formen zu einander, ihrer Aehnlichkeit und Verschiedenheit leitet uns", sagt Driesch, „zum letzten Problem der Morphologie, welches wir kurz als Problem der Systematik im weitesten Sinne, oder auch als das der speziellen oder vergleichenden Morphologie bezeichnen wollen im Gegensatz zur Entwicklungsmechanik oder allgemeinen Morphologie."

Dieser Satz zeigt, dass Driesch eine sonst nicht übliche Auffassung über das Verhältnis der speziellen zur allgemeinen Morphologie hat. Das „Problem der Systematik", um mit Driesch zu reden, berührt zwar insofern die spezielle Morphologie, als die letztere eine Systematik der Formen zur Voraussetzung hat, aber „die Verschiedenheiten, ihr Wesen und ihre eventuelle Gesetzmäßigkeit" sind nicht, wie Driesch will, das eigentliche Objekt der speziellen Morphologie, sondern das Wesen und die Gesetzmäßigkeit der Formenverschiedenheiten ist ganz zweifellos von der allgemeinen Morphologie, die ja eben Wesen und Gesetze der Formenbildung zum Gegenstande hat, zu erforschen. Die spezielle Morphologie hat lediglich bald diese, bald jene Tier- oder Pflanzenform als Vorwurf, und sie hat selbstverständlich nicht bloß eine Beschreibung von der betreffenden Form zu geben, sondern auch die Ursachen, denen diese ihre Entstehung verdankt, und ihre Beziehungen zu anderen Formen zu erforschen.

„Den Formproblemen der Biologie schließt sich", nach Driesch, „endlich die Physiologie, die Lehre von den Funktionen, vom Kraft- und Stoffwechsel der Organe und Zellen an" — ein Satz, an dem wir nichts auszusetzen haben.

Driesch beginnt zunächst mit der Untersuchung der Probleme der Physiologie.

„Soweit die ‚Funktion' ganzer Organe in Frage kommt, hat die Physiologie" nach Driesch „häufig eine rein physikalische Lösung gegeben." Als Beispiel für derartige physikalische Lösungen führt er die Funktion des dioptrischen Apparates des Auges an, den er mit einer Camera obscura vergleicht. Anders verhielte es sich indessen bezüglich des Kraft- und Stoffwechsels der Zelle. Hier sei von einer

chemischen oder physikalischen Erklärung noch nicht die Rede, obwohl eine solche doch grade das Wesentliche sein müsse. Driesch fragt dann, woher dieser Misserfolg komme, ob er durch den heutigen unvollständigen Zustand der Physiologie zu erklären, oder ob er tiefer begründet sei, ob wir die Kraft- und Stoffwechselvorgänge in der Zelle zur Zeit noch nicht physikalisch, beziehungsweise chemisch, verständen, oder ob das überhaupt nicht möglich sei.

Um eine Entscheidung über diese Frage zu gewinnen, führt Driesch aus, dass ein Problem zwar mechanisch sein könne, ohne dass es physikalisch zu sein brauche. Er zieht zur Erläuterung dessen, was er meint, die Theorie des Wachstums von Wiesner heran, die das Wachstum der Organe dadurch erklärt, dass sie diese aus kleinen letzten Gebilden, den Plasomen, die ihrerseits wachsen, zusammengesetzt sein lässt, die also das Wachstum durch das Wachstum erklärt. Um dem Gedankengange Driesch's weiter folgen zu können, wollen wir hier davon absehen, dass eine solche Erklärung überhaupt keine Erklärung ist, sondern annehmen, dass die Wachstumstheorie von Wiesner uns in der That die Vorgänge verständlich mache. Die Theorie von Wiesner besitzt nach Driesch in dem wachsenden Plasom ihr eignes Grundelement, und deshalb darf sie nach Driesch keine physikalische Theorie genannt werden, denn damit würde gesagt sein, dass sie der Physik untergeordnet sei; sie sei ihr aber koordiniert. Man könne die Grundannahme von Wiesner eine Kraft nennen und sie den übrigen Naturkräften zur Seite stellen; man brauche sich auch nicht zu scheuen, diese Kraft eine Lebenskraft zu nennen und die Wiesner'sche Theorie als eine vitalistische zu bezeichnen. Der Vitalismus oder die Lebenskraftlehre könne sehr wohl unter den allgemeineren Begriff Mechanismus fallen; den Unterarten des letzteren, der Optik, Thermik, Hydromechanik u. s. w. würde dadurch eine fernere, die Vitalistik, hinzugefügt; man könnte von mechanistischem Vitalismus reden.

Driesch sagt, dass er die Wiesner'sche Wachstumstheorie nur herangezogen habe, um die betreffenden Begriffe zu erläutern und um zu zeigen, dass „mechanistischer Vitalismus" kein Unsinn sei. Er fragt nun, wie die Physiologie sich zu diesem Ergebnis stelle.

Wirklich physikalisch oder chemisch hätten wir, sagt Driesch, Sekretion, Bewegungsauslösung und dergleichen noch nicht verstehen können; es handle sich also um die Frage, ob diese physiologischen Prozesse etwa auf vitalistischer Grundlage zu verstehen seien, nämlich auf Grund der Annahme einer Muskelkraft, einer Nervenkraft u. s. w., die der Wärme, der Elektrizität und anderen Kräften beizugesellen wären. Driesch weist auf den verstorbenen Marburger Botaniker Albert Wigand hin, der diese Frage bejaht habe, der für die organischen Prozesse eine besondere Kraft aufstelle, um das phy-

siologische Geschehen dadurch dem Verständnis zu erschließen. Den Ansichten Wigand's und anderer Vitalisten ständen aber die von Bunge gegenüber, der die Giltigkeit des Gesetzes von der Erhaltung der Kraft betone, aber trotzdem durch die Worte, dass in der Aktivität das Rätsel des Lebens stecke, gegen den Mechanismus Front mache.

Die Giltigkeit des Satzes von der Erhaltung der Kraft nimmt sowohl Wigand als auch Bunge, wie überhaupt jeder Physiologe und ebenso auch Driesch an. Der Satz besagt in Bezug auf Organismen nichts weiter als in Bezug auf eine Maschine. Die Kraft, die der Maschine zugeführt wird, gibt sie auch wieder her; das Gleiche gilt für den Organismus. Driesch fragt nun, ob die Giltigkeit des Gesetzes von der Erhaltung der Kraft uns dazu zwänge, eine mechanische Natur der physiologischen Probleme anzunehmen, auch wenn man die Physik um die Lebenskraftlehre, die Vitalistik, erweiterte. Zur Beantwortung dieser Frage erörtert Driesch den Begriff des in der Physiologie so oft gebrauchten Wortes „Reiz". Die Beeinflussung des Organismus nennt man Reizung und ihre Wirkung eine Reizerscheinung. Diese kann nun etwas Explosionsartiges an sich haben, wie es etwa die Mimose oder Sinnpflanze, die auf geringe Berührung hin ihre Blätter herunterhängen lässt und zusammenfaltet, zeigt. Der explosionsartigen Wirkung des Reizes, die den Reiz als die Veranlassung des Auftretens einer bedeutenden zur Stärke des Reizes selbst in keinem Verhältnis stehenden Menge von freier Energie erscheinen lässt, stehen andere Reizerscheinungen gegenüber, nämlich die, wo die als Wirkung des Reizes auftretende freie Energiemenge der zugeführten Energiemenge gleich ist. In diesem Falle wirkt, wie Driesch ausführt, die zugeführte Energiemenge etwa wie bei der Dampfmaschine die Wärme; aber dass die in der Maschine frei werdende Energie grade in dieser oder jener Form auftritt, ist nach Driesch durch die Einrichtung der Maschine bedingt. „Die Energie kann zwar", sagt Driesch, „das System quantitativ ungehindert passieren, aber der Effekt ist qualitativ in ganz bestimmter Weise modifiziert. Hier liegt das Wesentliche! Das Aequivalentbleiben der Energie ist für das Wesen des Systems resp. der Zelle offenbar etwas durchaus Nebensächliches, die qualitative Veränderung der Energie ist doch gerade die Hauptsache, und über den Grund dieser erfahren wir durch die Energiemessungen nichts. Werden doch auch Maschinen nicht durch das äquivalente Wiedererscheinen zugeführter Energiemengen gekennzeichnet; das ist ihnen allen ja gerade gemeinsam; das, was die spezifische Energieänderung der Qualität nach bedingt, das ist ihre Eigentümlichkeit."

Die Wirkung einer Maschine liegt also nach Driesch in ihrer Struktur oder Konstruktion begründet. Da nun zum Verständnis der

Wirkungen einer Maschine keine neue Naturkraft anzunehmen sei, so wäre es auch vor der Hand durchaus nicht nötig, die Erscheinungen der Physiologie durch eine solche zu erklären. Es könnte sich bei den physiologischen Erscheinungen lediglich um eine eigentümliche Kombination bekannter Wirkungsweisen handeln. Kombination sei aber ein morphologischer Begriff. Es wäre deshalb zunächst nötig, die morphologischen Probleme der Biologie zu erörtern, um auf diese Weise auch eine endgiltige Entscheidung über das Wesen der Physiologie zu gewinnen.

Um die Lösung des biologischen Formenproblems in Angriff zu nehmen, fragt Driesch zunächst, was das „Charakteristische der lebenden Form“ sei, und er erhofft von der Beantwortung dieser Frage auch eine Aufklärung über das Wesen des Formproblems überhaupt und über die Art seiner Begreiflichkeit.

Zur Lösung der Frage nach dem Charakteristischen der lebenden Form knüpft Driesch wieder an das Wesen einer von Menschen erbauten Maschine an. Er sagt, dass diese nicht durch die Aequivalenz der ihr zugeführten und der an ihr als Leistung erscheinenden Energie gekennzeichnet werde, dass uns der Aequivalenzsatz über das Wesen der Maschine durchaus nichts sage, sondern nur über das der an ihr erscheinenden Naturkräfte; die Maschine sei vielmehr einzig und allein durch die Art der Kombination ihrer Teile, und damit der Kräfte, und durch die qualitative Art des Umsatzes der letzteren gekennzeichnet. Es sei nun eine beliebte Sitte, den Organismus mit einer Maschine zu vergleichen. Dieser Sitte folgt auch Driesch, und zwar an der Hand der Ausführungen von Wigand. Der letztere sagt: „Wenn bei einer Uhr in demselben Augenblicke, wo der Zeiger auf 12 steht, die Glocke zwölf schlägt, obgleich die Bewegung des Zeigers keinerlei Einfluss auf die Zahl der Glockenschläge übt, so liegt der Grund dieser Erscheinung zwar einerseits in dem rein mechanischen Verlauf der beiden von einander unabhängigen Getriebe, des Gehwerks und des Schlagwerks; auch die Art und Weise, wie beide Mechanismen und zwar ebenfalls unabhängig durch verschiedene Arbeiter zu Stande gekommen sind, ist nichts anderes als eine Reihe von Ursachen und Wirkungen im Sinne des Kausalprinzips. Der nächste Grund aber für jene Koinzidenz liegt in dem Plan der Konstruktion, entspringt aus der Berechnung des Meisters und weiter zurück aus der Absicht, jene Koinzidenz zwischen Stellung des Zeigers und Schlag der Glocke herzustellen, so dass also das, was das Letzte des ganzen Verlaufes ist, zugleich als das Erste desselben erscheint.“

„Mechanisch verständlich“, fährt Driesch seinerseits fort, „ist also an der Uhr, und wir fügen hinzu an jeder Maschine, erstens: das Zustandekommen der einzelnen Teile, zweitens: die Wirkungsweise

des Ganzen; nicht mechanisch verständlich ist, warum die einzelnen Teile gerade so und nicht anders kombiniert sind."

In diesen scheinbar so selbstverständlichen Worten Driesch's liegt ein folgenschwerer Trugschluss, als dessen Opfer Driesch im gesamten weiteren Verlauf seiner im übrigen so dankenswerten Ausführungen erscheint.

Driesch nennt die Kombination der einzelnen Teile „zweckmäßig, denn", sagt er mit Kant, „der Begriff von einem Objekte, sofern er zugleich den Grund der Wirklichkeit dieses Objekts enthält, heißt der Zweck desselben." „Wir sagen", fährt Driesch fort, „dieser Teil ist hier, jener dort angebracht, damit die ganze einheitliche Maschine mit der bestimmten einheitlichen Wirkungsweise hervorgehe, oder weil sie hervorgehen soll; anders können wir über den Zusammentritt des Verschiedenartigen zum Einheitlichen, oder, was dasselbe ist, über den Begriff der Kombination schlechterdings nicht urteilen."

Dieser Ausspruch erscheint gleich dem vorhin zitierten zunächst außerordentlich plausibel, und der Gedankengang Driesch's mag manchem Leser als unanfechtbar vorkommen; allein er enthält eine petitio principii, einen Zirkelschluss, und besagt, in dürre Worte übersetzt, weiter nichts, als dass das Zustandekommen einer von Menschen erbauten Maschine nicht mechanisch verständlich sei, weil es nicht mechanisch verständlich sei.

Die Maschine ist ja jedenfalls von dem beschränkten Standpunkt der meisten Menschen aus lediglich als ein zweckmäßiges Gebilde zu beurteilen, und deshalb erscheint die Kombination ihrer einzelnen Teile nicht mechanisch verständlich, wenn man sich mit einer oberflächlichen Erörterung begnügt. Die Herstellung der Maschine und die Kombination ihrer Teile wird aber sofort mechanisch verständlich, sobald wir die Hirnthätigkeit des Menschen gleichfalls als einen Mechanismus auffassen und den Menschen nicht aus seiner Umgebung herausreißen.

Der Maschinenbau hat seine Geschichte. Maschinen haben sich aus den primitiven Werkzeugen der Urmenschen historisch entwickelt, d. h. der Mensch hat im Laufe der Zeit gelernt, immer vollkommenere Maschinen zu erbauen, und wenn wir die Entwicklung des menschlichen Körpers und Geistes und die seines Gehirnbaues, wenn wir die Prozesse, die sich im Gehirn abspielen, als rein mechanische Vorgänge betrachten, wenn wir etwa die Arbeiter in einer Uhrenfabrik als Mechanismen auffassen, desgleichen die Leute, die der Fabrik Material zuführen, wenn wir sämtliche Menschen als Mechanismen betrachten, nicht minder die Bewegungssysteme, die von unserer Erde, unserem Planetensystem, dem ganzen Weltall dargestellt werden, so ist auch die Anfertigung einer Uhr oder irgend einer andern Maschine mechanisch verständlich.

Was uns nicht verständlich ist, das ist die ungleiche Verteilung der Materie im Weltall und das Wesen der Materie und der Energie. Nehmen wir aber beide als gegeben an, so können wir, im Prinzip wenigstens, alles Andere daraus mit Hilfe der Mechanik herleiten. Aber einen einzelnen Vorgang darf man nicht aus der Natur herausreißen, um dann von ihm zu behaupten, dass er nicht mechanisch verständlich sei. Wenn Driesch seine Behauptung, dass die Kombination der Teile einer Maschine nicht mechanisch verständlich sei, aufrecht erhalten will, so muss er zunächst nachweisen, dass die Hirnthätigkeit des Menschen und die Art und Weise, wie der Bau des menschlichen Gehirns zu Stande gekommen ist, also die Kombination der einzelnen Teile des Gehirns, nicht zu verstehen sei. Der Mensch ist aber ein Organismus, und Driesch will, wie wir sehen werden, gerade den Nachweis führen, dass die Kombination der einzelnen Organe im Organismus nicht verständlich sei. Um dies zu thun, vergleicht er den Organismus mit einer Maschine und sagt, die Kombination der Teile in der Maschine sei nicht verständlich, und deshalb sei es auch die Zusammensetzung des Organismus nicht. Aber eine Maschine ist von Menschen erbaut, und es müsste doch erst nachgewiesen werden, dass die Kombination der Teile im menschlichen Organismus unverständlich sei, ehe man die Unverständlichkeit der Kombination der Teile in einer von Menschen gemachten Maschine behaupten darf. Driesch muss also die Unverständlichkeit der Kombination der Organe im Menschen und allen anderen Organismen voraussetzen, um wirklich den Beweis führen zu können, dass die Kombination der Teile in einer vom Menschen angefertigten Maschine unverständlich sei, und um nachzuweisen, dass deshalb auch die Kombination der Organe im Körper der Tiere und Pflanzen nicht mechanisch verständlich sei. Um darzuthun, dass das Zustandekommen des Organismus mechanisch nicht verständlich ist, muss er unerlässlicher Weise annehmen, dass das Zustandekommen des Organismus nicht verständlich sei; und er thut es auch. Er nimmt das, was er beweisen will, unbewusster Weise als bewiesen an.

Da der Beweis, den Driesch geführt zu haben glaubt, nämlich der, dass wir schlechterdings über den Begriff der Kombination nicht anders urteilen könnten als teleologisch, d. h. dass wir zur Erklärung der Kombination einen Zweck voraussetzen müssten, durchaus nicht geführt, Driesch vielmehr einem schweren Irrtum anheimgefallen ist, so müssen wir seinen weiteren Ausführungen über die Unbegreiflichkeit des Zustandekommens der Organisation mit verschärfter Vorsicht begegnen. Zunächst verlohnt es sich indessen, etwas näher darauf einzugehen, auf welche Weise Driesch zu seinem Hauptresultate gelangt ist, obwohl wir das letztere im vorhergehenden bereits vorweg-

genommen und als auf einem Trugschluss beruhend nachgewiesen haben.

Nachdem Driesch nachgewiesen zu haben glaubt, dass die Kombination der Teile in einer von Menschen gefertigten Maschine nicht mechanisch begreifbar sei, fragt er: „Was sollen wir hinsichtlich des Organismus, der ganz offenbar ein zusammengesetztes Einheitliches ist, daraus schließen?“

Was Driesch hier als ganz offenbar annimmt, ist durchaus falsch, und es ist schwer verständlich, wie ein Biologe zu einer solchen Annahme gelangen kann.

Darüber, dass der Organismus etwas Einheitliches ist, wird allerdings wohl Niemand im Zweifel sein, dass er aber etwas zusammengesetztes Einheitliches sei, werden wir nicht mehr zugeben können, nachdem wir uns über den Begriff der Zusammensetzung klar geworden sind.

Die Teile einer Uhr oder irgend einer andern Maschine werden allerdings zusammengesetzt; sie werden einzeln hergestellt, um später zu einem einheitlichen Ganzen kombiniert zu werden. Bei dem Organismus liegen die Dinge aber ganz und gar anders. Hier findet keine Zusammensetzung statt, sondern eine im Laufe der Zeit erfolgende Gliederung. Bei der Eizelle lässt sich, sofern man auf dem Boden der Epigenesislehre steht, nicht von irgend welcher „Zusammensetzung“ reden. Huldigt man freilich dem Präformismus, dann allerdings muss man annehmen, dass bei Erschaffung der ersten Organismen die Teile, aus welchen sie bestanden, und die Keime, aus denen sich alle ihre Nachkommen entwickeln sollten, von dem Schöpfer „zusammengesetzt“ wurden. Da sich der Präformismus aber als unhaltbar erwiesen hat, und wir in der Eizelle keine den späteren Organen des Körpers, der sich aus ihr entwickeln soll, entsprechende Zusammensetzung nachweisen können, so müssen wir sie als etwas Einheitliches betrachten, das sich erst im Laufe der Entwicklung gliedert. Es entwickelt sich aus der Eizelle ein mehrzelliger Organismus, dessen Zellen im Lauf der Keimesgeschichte ungleich werden.

Aus diesem Grunde ist es gänzlich unzulässig, dass Driesch einen organischen morphologischen Vorgang mit einem anorganischen paralelisiert. Er vergleicht das Auge mit einer Camera obscura und behauptet, dass sich die einzelnen Teile des Auges unabhängig von einander entwickeln, in ähnlicher Weise wie die einzelnen Teile der Camera unabhängig von einander durch verschiedene Arbeiter hergestellt werden. Wenn man freilich das Auge aus dem Organismus herausreißt und für sich betrachtet, so entwickeln sich allerdings seine Teile unabhängig von einander, beispielsweise die Linse unabhängig von der Netzhaut; allein eine derartige Betrachtung der keimesgeschichtlichen Vorgänge ist durchaus unzulässig. Das Auge ist aller-

dings kein einheitliches Organ; aber der gesamte Organismus ist ein durchaus einheitliches Gebilde, dessen einzelne Teile sich nicht unabhängig von einander entwickeln. Oder will man Angesichts der Thatsache, dass in den allermeisten Fällen, wo an der linken Hand sechs anstatt fünf Finger sitzen, bei der rechten Hand dasselbe stattfindet, allen Ernstes behaupten, dass die linke Hand sich unabhängig von der rechten entwickele? Das Abhängigkeitsverhältnis, in welchem die einzelnen Teile des Organismus zu einander stehen, mag zwar nicht in allen Fällen ein leicht nachweisbares sein; aber das wissen wir ganz bestimmt, dass sich alle Teile des Organismus in Abhängigkeit von der Eizelle entwickeln, und dass die einzelnen Teile der letzteren ein Gleichgewichtssystem bilden, sich also in einem gegenseitigen Abhängigkeitsverhältnis befinden. Es ist die Aufgabe der keimesgeschichtlichen Forschung, die Entwicklung der einzelnen Teile des Organismus auf den Bau der Eizelle zurückzuführen; von dieser sind sie alle abhängig.

Die Entwicklung des Organismus ist also historisch zu begreifen, d. h. wir haben jedes Organ des fertigen Organismus von dem nächstvorhergehenden Entwicklungsstadium desselben Organs abzuleiten, wie wir dieses auf eine frühere Ausbildungsstufe zurückführen müssen. Auf diese Weise gelangen wir aber dazu, sämtliche Organe endlich aus dem Bau der Eizelle herzuleiten. Die Entwicklung des Organismus aus der Eizelle gebraucht Zeit, und daraus folgt ohne weiteres, dass sie ein historischer Vorgang ist, dessen einzelne Phasen — selbstverständlich mechanistisch — aus den nächstvorhergehenden Phasen zu erklären sind. Es handelt sich darum, jeden einzelnen während eines bestimmten Augenblicks bestehenden Gesamtzustand des Organismus aus dem nächstvorhergehenden mechanisch herzuleiten. Alle Vorgänge, die in der Welt stattfinden, sind doch solche, die innerhalb des Raumes und der Zeit vor sich gehen, also ohne allen Zweifel historische Prozesse, von denen freilich jeder einzelne mechanisch aus dem nächstvorhergehenden abgeleitet werden muss. Die reine Mechanik hat es aber nur mit den Gesetzen des Einzelgeschehens zu thun; wo wir sie auf einen wirklich stattfindenden komplizierten Vorgang, auf ein Gleichgewichts- oder Bewegungssystem, anwenden, da handelt es sich immer darum, diesen Vorgang auf andere Vorgänge zurückzuführen, also um seine historische Erklärung, um seine Entwicklungsgeschichte. Diesen Sachverhalt dürfen wir nicht aus dem Auge verlieren, wenn wir über die Entwicklung der organischen Natur philosophieren wollen, eine Vorschrift, die Driesch nicht beachtet hat.

Wenn wir nun die Gesamtwelt historisch betrachten, so gelangen wir zwar nie dazu, die ungleichmäßige Verteilung der Materie im Weltall auf eine gleichmäßige Verteilung zurückzuführen, und deshalb

passt auf das gesamte Weltall der Ausspruch von Driesch: „Es ist schlechterdings unmöglich, diese Kombination in toto causal zu begreifen, wie es unmöglich ist, sie logisch zu verstehen, d. h. irgendwie auf Grund allgemein erkannter Gesetzlichkeiten als notwendig einzusehen resp. aus ihnen abzuleiten“; aber auf die Entstehung eines Organismus, auf die ihn Driesch bezieht, findet dieser Ausspruch durchaus keine Anwendung. Wohl können wir das Zustandekommen der Kombination des Weltalls aus seinen einzelnen Atomen nur, um mit Driesch zu reden, „teleologisch verstehen“, indem wir seine Wirkung „als Zweck, als Absicht gesetzt“ denken, oder, um uns wissenschaftlich auszudrücken, nur als gegeben hinnehmen. Wir müssen unsere Unwissenheit in Bezug auf das Zustandekommen der ungleichmäßigen Verteilung der Materie im Weltall eingestehen, weil es sich hier um Ewiges und nicht um Endliches handelt. Aber alle endlichen Dinge sind uns verständlich, sobald wir die unendlichen, nämlich die ungleichmäßige Verteilung der Materie im Weltall und die Eigenschaften der Materie als einfach hinzunehmende Thatsachen betrachten, und deshalb ist das Problem, das sich in der von Driesch gegebenen Einteilung der Morphologie „als wichtigstes von allen darzustellen schien“, nämlich das Problem, weshalb der einzelne Organismus gerade so beschaffen ist, wie er ist, ein Problem historischer Forschung. Wenn Driesch also sagt: „Wir vermögen nicht irgendwie kausal oder logisch einzusehen, warum nun hier dann dort am Embryo Zellteilungs-, Wachstums- und Differenzierungsprozesse vor sich gehen“, so antworten wir: Gerade dies vermögen wir historisch zu begreifen, indem wir jede einzelne Entwicklungsphase des Embryo von der nächstvorhergehenden ableiten.

Man könnte uns nun zwar antworten, dass es wohl möglich sei, den Organismus auf die Eizelle zurückzuführen, dass wir aber diese als schlechtweg gegeben hinnehmen müssten. Darauf ist zu erwidern, dass auch die Keimzellen sich historisch in dem Körper des Organismus, von welchem sie erzeugt werden, entwickeln, kurz, dass die Organismen genetisch, also historisch, mit ihren Vorfahren und Nachkommen zusammenhängen, dass wir demnach die heute auf der Erde lebenden Organismen auf die vor ihnen lebenden und diese endlich auf die allerersten organisierten Bewohner der Erde zurückführen müssen, und dass wir ferner die Entstehung des Organischen aus dem Unorganischen als einen lückenlosen historischen Prozess mechanischen Geschehens nachzuweisen haben, wie wir die Entstehung der Erde und der übrigen Planeten auf frühere Zustände des Weltalls zurückführen müssen. Zuletzt freilich haben wir immer bei der ungleichmäßigen Verteilung der Materie im Weltall und bei den unveränderlichen Eigenschaften der Uratome Halt zu machen: hier ist das Letzte, das Ewige, die Grenze unseres Naturerkennens; aber der Organismus

ist ein endliches Ding, und daraus geht hervor, dass die Organismenkunde eine historische Wissenschaft ist, ganz ebenso wie Geologie und Astronomie. Gerade die Astronomie werden nun zwar die meisten Menschen nicht als eine historische, sondern als eine eminent mechanistische, eine „exakte", Wissenschaft bezeichnen wollen, weil sie eine weitgehende Anwendung der Gesetze der Mechanik zulässt; aber nichtsdestoweniger ist sie lediglich eine historische Wissenschaft. Es handelt sich bei ihr nicht darum, die Gesetze der Mechanik festzustellen, denn das ist ja die Aufgabe der reinen Mechanik, sondern die Astronomie sucht die Konstellation der Gestirne in einem gegebenen Momente auf die Konstellation im nächstvorhergehenden Momente zurückzuführen; sie ist, gerade wie die Biologie, angewandte Mechanik und, wenn man will, eine „beschreibende" Wissenschaft. Im Prinzip unterscheidet sie sich in nichts von der Biologie; auch diese sucht die Vorgänge, die wir an den Organismen beobachten, mechanistisch zu erklären; sie darf aber nie vergessen, dass es sich für sie nicht darum handelt, mit den Sätzen der Mechanik zu hantieren, sondern darum, für das Zustandekommen der von ihr thatsächlich beobachteten Organisationen Erklärungen, selbstverständlich mechanistisch begründete, aber trotz alledem historische Erklärungen zu geben. Und diese historischen Erklärungen lehren uns vor allen Dingen die allgemeine Wahrheit, dass der Organismus zweifellos etwas im Laufe der Zeit Gewordenes ist. Dieser Hinweis zeigt, dass die historische Erforschung der Organismenwelt nicht nach Driesch's Beispiel zu verachten, sondern hochzuhalten ist.

Gestützt auf diesen Hinweis könnte man freilich einwenden, dass die historische Erforschung der Organismenwelt nur dadurch ihre Daseinsberechtigung erhalte, dass sie allgemeine Wahrheiten ans Licht fördere, dass diese aber schließlich auf reine Mechanik hinauskommen müssten, und dass, wer hiervon überzeugt sei, nur eine harmlose Spielerei betriebe, wenn er alle Einzelheiten als beherrscht von mechanischen Gesetzen, die ja längst feststehen und überall gelten, nachzuweisen suche. Aber würde nicht das Gleiche von dem Astronomen gelten, dem Vertreter der „Königin der Wissenschaften", der nichts anderes thut? Würde nicht auch den mit seinen Formeln hantierenden Mathematiker derselbe Vorwurf treffen? Zweifellos! Aber dieser Vorwurf lässt sich leicht entkräften.

Nicht nur unser Körper, sondern auch unser Geist verlangt nach Nahrung. Was den Hunger stillt und den Körper gesund erhält, ist für diesen zur Nahrung geeignet, und was den Wissensdurst stillt und den Geist erfrischt, ist dem letzteren dienlich. Nun sind aber die Menschen glücklicherweise verschieden geartet. De gustibus non est disputandum! Der eine liebt möglichst einfache Nahrung, der andere mannigfaltige und reich gewürzte. Das gilt sowohl in Bezug auf die

leibliche, als auch auf die geistige Nahrung. Nicht für jeden aber ist die einfachste Nahrung das Beste, nicht allen ist eine reich zusammengesetzte gleich zuträglich. Auch dieses gilt nicht nur von der leiblichen, sondern auch von der geistigen Nahrung. Aber immer muss die Nahrung ihren Zweck erfüllen, die geistige nicht minder als die körperliche. Mit einfacher körperlicher Nahrung lässt sich die geistige Nahrung vergleichen, die uns die Mathematik und die „reine Mechanik" bietet. Diese ist für manchen das zuträglichste, aber nicht für jeden. Es gibt viele Menschen, deren Geist nur dadurch genügend ernährt wird, dass ihm die Nahrung in der Gestalt gereicht wird, wie sie sich uns in dem Reichtum an Problemen, deren Lösung uns die Organismenwelt aufgibt, darbietet. Hier erhalten wir die Nahrung mit allerhand Zuthaten, die dem einen so willkommen sind, wie sie dem andern überflüssig erscheinen mögen. Aber was will der letztere dem ersteren erwidern, wenn dieser erklärt, dass er die geistige Nahrung in jener Form am schmackhaftesten, verdaulichsten und zuträglichsten, kurz am besten ihrem Zweck dienend erprobt hat? Es bleibt dabei: Ueber den Geschmack lässt sich nicht streiten, und wenn es überhaupt die Aufgabe der Wissenschaft ist, für die geistige Nahrung des Menschen zu sorgen, so darf es nicht bloß Wissenschaften geben, die ihre Jünger durch die Offenbarung neuer Gesetze belohnen, sondern es müssen auch solche Wissenschaften da sein, die uns wieder und wieder dadurch erheben, dass sie uns in allen Erscheinungen die Wirkung der uns wohlbekannten Gesetze, die ja nur höchst selten ohne weiteres zu Tage tritt, erkennen lassen. Eine Wissenschaft der ersteren Art ist einzig und allein die Mathematik, von der die reine Mechanik ein Zweig ist, während alle andern Wissenschaften, die einen mehr, die andern weniger, zur zweiten Kategorie gehören: die Physik und die Chemie, die Astronomie und die Meteorologie, die Geologie und im höchsten Maße die Biologie.

Wir treiben aber nicht bloß deshalb historische Forschung, weil uns daran liegt, diesen oder jenen speziellen Vorgang auf seine Ursachen zurückzuführen, nicht lediglich aus Interesse an den Einzelheiten, sondern auch deshalb, weil historische Forschung uns das Allgemeine offenbaren hilft, die Gesetze, nach denen sich die Einzelprozesse vollziehen. Dabei handelt es sich aber nicht gleich um das Allerallgemeinste, um die Gesetze der reinen Mechanik. Die historisch-biologische Forschung führt uns zur Unterscheidung verschiedener Individualitätsstufen in der Organismenwelt, und die Gesetze, nach welchen Individualitäten derselben Kategorie auf einander einwirken und nach denen sich höhere Individualitäten in niedere gliedern, sind ihr Gegenstand. Das lehrt uns folgende Betrachtung: Gewöhnlich versteht man unter historischer Forschung nur die, welche die Menschengeschichte zum Gegenstande hat. Was die letztere anbelangt, so mag uns ja diese oder jene Ein-

zelheit aus der Geschichte der Menschheit aus dem einen oder andern Grund ganz besonders interessieren; im allgemeinen treiben wir aber nicht Menschengeschichte, um die Einzelheiten kennen zu lernen, sondern wir suchen umgekehrt die Einzelheiten zu erforschen, damit sich aus ihnen die allgemeinen Gesetze, welche die Völkergeschichte beherrschen, offenbaren. Bei der Menschengeschichte handelt es sich im Grunde genommen um eine Mechanik der Völker, wenn wir uns so ausdrücken dürfen. Die Geschichtsforschung soll uns das Verhältnis der einzelnen Völker zu einander aufdecken und uns zeigen, nach welchen Gesetzen sich die einzelnen Völker bekriegen und besiegen, weshalb ein Volk das andere verdrängen konnte, kurz, was Bewegung und Gleichgewicht im Verhältnis der einzelnen Völker zu einander bedingt.

Ebenso nun, wie die Menschengeschichte an die Völker anzuknüpfen hat, um ihre Aufgabe zu lösen, haben Zoologie und Botanik zunächst die höchste Individualitätsstufe des organischen Lebens, die Lebensgemeinde oder Biocönose ins Auge zu fassen. Unter Lebensgemeinde versteht Möbius eine in sich abgeschlossene Genossenschaft, wie sie etwa durch die Bewohnerschaft eines Weihers dargestellt wird. In diesem finden wir verschiedene Arten pflanzlicher und tierischer Organismen, jede durch eine bestimmte, nur in geringem Grade hin und her schwankende Anzahl von Individuen vertreten. In einer solchen Lebensgemeinde herrscht ein bestimmtes Gleichgewichtsverhältnis, und wenn dieses gestört wird, so tritt nach einiger Zeit abermaliges Gleichgewicht ein. Man kann also sehr wohl sagen, dass die Lebensgemeinden Mechanismen darstellen, man kann von einer Mechanik der Biocönosen sprechen.

Jede Lebensgemeinde setzt sich aus den Beständen der einzelnen Arten der Tiere und Pflanzen, die ihr gerade eigentümlich sind, zusammen. Die Anzahl der einzelnen Vertreter dieser Arten schwankt innerhalb jeder Art nur in ganz bestimmten Grenzen. Zwar werden fortwährend neue Individuen in großer Menge erzeugt; aber die allermeisten von diesen müssen wieder zugrunde gehen. Es finden somit in dem Individuenbestande jeder einzelnen Art fortwährende Störungen statt; aber ebenso oft wie das Gleichgewicht, in welchem die Individuen zu einander stehen, gestört wird, wird es auch wieder hergestellt. Deshalb kann man auch von einer Mechanik der Individuen sprechen. Die Individuen bestehen aber aus Organen, und wir wissen, dass die Organe durch den Gebrauch stärker werden und infolge von Nichtgebrauch verkümmern, weil der Gebrauch eine stärkere Nahrungszufuhr bedingt als der Nichtgebrauch. Wird ein Organ zeitweilig oder dauernd in übermäßiger Weise in Anspruch genommen, so entzieht es den übrigen Organen Nahrung. Es besteht also auch unter den Organen ein Gleichgewichtsverhältnis, das gestört und wiederhergestellt werden

kann, woraus sich für uns das Vorhandensein einer Organmechanik ergibt. Die Organe sind aus Zellen zusammengesetzt. Durch Betrachtungen, wie die von uns soeben angestellten, gelangen wir dazu, eine Zellenmechanik und weiterhin eine Plasma-, eine Molekular- und eine Atomenmechanik zu unterscheiden.

Die Atomenmechanik erklärt uns nun das Wesen der Moleküle, die Molekularmechanik das des Plasmas, die Plasmamechanik die Eigentümlichkeiten der Zelle, und so gelangen wir dazu, das Wesen jeder besondern organischen Individualitätsstufe durch die Mechanik der nächstvorhergehenden Individualitätsstufe zu erklären, denn das Molekül ist ein Gleichgewichtszustand der Atome, die Zelle der Ausdruck plasmatischen Gleichgewichts, das Organ eine Masse im Gleichgewichte stehender Zellen. Und weiter: Wenn wir historisch-biologische Forschung treiben, so suchen wir einen Gleichgewichtszustand aus dem Bewegungsprozesse, dessen Resultat er ist, herzuleiten, wie wir diesen oft auf die Störung eines früher bestehenden Gleichgewichtszustandes zurückführen können. Die historische Biologie hat es also, indem sie den zu einer gegebenen Zeit herrschenden Zustand aus dem nächstvorhergegangenen, aus dem er entstanden ist, herleitet, indem sie also ein Gleichgewichts- oder Bewegungssystem auf ein anderes Gleichgewichts- oder Bewegungssystem zurückführt, mit der Mechanik von Individuen verschiedener Ordnung zu thun. Handelt es sich beispielsweise darum, die Fauna eines Landes aus der ihr vorhergehenden, einer anderen geologischen Epoche eigentümlichen, zu erklären, so handelt es sich um die Mechanik der Artbestände; will man dagegen irgend eine keimesgeschichtliche Entwicklungsstufe eines Tieres auf die nächstvorhergehende zurückführen, so hat man es mit der Mechanik der Organe oder der Zellen zu thun. Was uns aber bei allen diesen Forschungen in erster Linie interessiert, ist das Gesetz, das sich in dem Einzelvorgange kund gibt. Die historische Biologie ist die Voraussetzung der entwicklungsmechanischen Forschung, und aus diesem Grunde ist sie unentbehrlich.

Es war nötig, diese Erörterungen hier einzuflechten, den historischen Charakter der Biologie zu betonen, weil wir ohne historische Forschung keinen Aufschluss über das Wesen der organischen Formenbildung gewinnen. Während Driesch unter spezifischer Formbildung „getrennte Prozesse, die zur Einheit sich zusammenschließen", versteht, erkennen wir durch historisch-biologische Betrachtungen vielmehr, dass organische Formbildung das Auftreten einer Gliederung an einem ungegliederten Individuum bedeutet. Wir haben nun vorhin mit Driesch den Organismus mit einer Maschine verglichen und ihn dabei in Gegensatz zu dieser gebracht, indem wir die Maschine als etwas, das durch Zusammensetzung entsteht, bezeichneten, während der Organismus das Resultat einer Gliederung sei. Dabei haben wir aber einen Fehler

begangen, denn wir verglichen Prozesse miteinander, die nicht mit gleichem Maß gemessen werden können. Ein in richtiger Weise vorgenommener Vergleich zeigt vielmehr, dass eine Maschine genau auf dieselbe Art zu Stande kommt, wie ein Organismus. Maschinen entstehen nicht dadurch, dass man irgendwelche Räder, Schrauben, Hebel und andere Stücke irgendwoher zusammensucht und dann probiert ob sich irgend eine Maschine daraus machen lässt, sondern die Maschinen sind gleichfalls das Resultat einer Gliederung, und zwar einer Gliederung, die sich im Gehirn desjenigen vollzieht, der den Plan zu der Maschine entwirft. So ist die Nähmaschine aus der Nähnadel hervorgegangen, indem sich von der letzteren im Gehirn des Erfinders der Nähmaschine gewissermaßen Räder, Hebel und andere Maschinenteile abgliederten. Das Wesentliche an der Nähmaschine ist und bleibt die Nadel; auch eine Nähmaschine ist im Grunde genommen nichts anderes als eine vergrößerte, gegliederte und dadurch vervollkommnete Nähnadel, und wer heute eine Nähmaschine verbessern will, der lässt sie sich in seinem Gehirn weiter gliedern; an etwas in seinem Geiste vorhandenes muss er anknüpfen, zum mindesten an die Nähnadel. Die Maschinen sind also keineswegs etwas Zusammengesetztes; sie sind etwas von vornherein Einheitliches, das im Laufe der Zeit zu einem Gegliederten geworden ist. Der vollendetste Ozeandampfer der Gegenwart ist schließlich weiter nichts als der stark gewachsene Einbaum des Wilden, von dem sich während des Wachsens nach und nach die einzelnen Dampferteile abgegliedert haben. Freilich, das Material zu dem Dampfer oder irgend einer anderen Maschine entstammt den verschiedensten Quellen, aber genau dasselbe gilt auch für die Rohbaustoffe des Organismus. Hat man lediglich das Material im Auge, so ist allerdings der Organismus ein Zusammengesetztes, ganz ebenso wie es die Maschine ist, wenn man ausschließlich daran denkt, dass die Eisenteile an ihr einer anderen Quelle entstammen, als die Kupferteile. Aber darum handelt es sich bei dem allein zulässigen Vergleich zwischen dem Organismus und der Maschine nicht, sondern um die Frage nach dem Zustandekommen der Organisation einerseits und der Einrichtung der Maschine andrerseits, nach der Frage, auf welche Weise hier die Gliederung der Organe, dort die der einzelnen Maschinenteile zuwege gebracht worden ist. Diese Gliederung ist aber in dem einen Fall sowenig wie in dem anderen das Resultat getrennter Prozesse, die sich zur Einheit zusammenschließen; sie ist im Gegenteil das Ergebnis einer allerdings unvollkommenen Auflösung eines einheitlichen Gleichgewichtszustandes in einen komplizierten; nicht um einen Zusammenschluss sondern um eine Zerlegung handelt es sich. Diese braucht nun freilich nicht dahin zu führen, dass der ursprüngliche Gleichgewichtszustand, in welchem sich der Organismus als Eizelle befindet, einem labileren Platz macht, sondern das Gesamtgleichgewicht

kann sich ebensogut im Laufe der Entwicklung erhöhen, und das ist in der That gewöhnlich der Fall. Aber um diese Frage handelt es sich hier nicht, sondern um das Wesen der organischen Formbildung: Tier- und Pflanzenformen entstehen nicht durch Zusammenschluss getrennter Prozesse zur Einheit, sondern durch Gliederung der Einheit in untergeordnete Einheiten.

Die Aufgabe der Wissenschaft ist es, diese Gliederung und ihr Zustandekommen zu erforschen, sie auf ihre Ursachen zurückzuführen, und es handelt sich dabei keineswegs um im Prinzip unlösbare Probleme, wie Driesch meint.

Nachdem Driesch den Nachweis geführt zu haben glaubt, dass uns die organische Form unverständlich sei, vergleicht er sie mit anderen Dingen, die wir nach ihm gleichfalls als gegeben hinnehmen müssen. „Der Zusammenschluss zur Einheit bedingt es", sagt er, „dass uns die Gesamtheit der Prozesse in ihrer spezifischen Verteilung selbst als etwas einheitliches erscheint, wir können sagen, sie erscheint uns als Form". „Der Begriff ‚Seeigel', der Begriff ‚Frosch' ist uns durch eine Form in diesem genetischen Sinne definiert, ebenso wie uns der Begriff Eisen oder Wasser durch spezifische Dichte, spezifische Farbe, spezifische Leitungsfähigkeit u. s. w., kurz, physikalisch gesprochen, durch seine Konstanten definiert ist, wozu noch die spezifisch chemischen Eigenschaften hinzukommen". „Kennen wir den Grund", fragt Driesch dann weiter, „warum Eisen und Wasser existieren?" Und er antwortet mit einem entschiedenen „Nein!". Darauf fährt er fort: „Wir nennen Licht und Wärme und die dem flüssigen Zustand supponierten molekularen Attraktionsweisen Naturkräfte, die physikalische Theorie ist dahin gekommen, sie sich als besondere Bewegungsarten oder als besondere ‚Fernkräfte' zur Anschauung zu bringen. Gut; aber kennen wir die Ursache, warum diese Bewegungsarten oder Fernkräfte oder, weniger fiktiv gesprochen, ‚Energiearten' existieren? Nein!"

Die Stoffe und Kräfte sind also nach Driesch, weil wir für sie keine Ursachen anzugeben vermögen, ursachlos, gegeben. Der Begriff des Grundes in einer seiner Formen, nämlich in derjenigen der Kausalität, ist also nach Driesch auf Stoffe und Kräfte nicht anwendbar. Aber auch als Erkenntnisgrund lässt sich der Begriff des Grundes auf Stoffe und Kräfte nicht anwenden, sofern Driesch wenigstens Recht hat. Er sagt, dass wir die Existenz von Stoffen und Kräften nicht irgendwie als notwendig einzusehen, als in allgemeineren Wahrheiten notwendig enthalten zu erkennen vermöchten. Es wären also Stoffe und Kräfte nicht bloß ursachlos, sondern auch unbegreiflich.

Auch diesen Anschauungen Driesch's vermögen wir uns nicht anzuschließen. Wir dürfen die Hoffnung hegen, dass die Chemie dermaleinst dahin kommen könnte, die Elemente zurückzuführen auf ein Urelement, die Eigenschaften der Atome des Eisens, des Kohlenstoffs, des Siliciums und aller anderen Elemente aus denen der Atome des Urstoffs herzuleiten. Nur diesen Urstoff mit seinen Eigenschaften brauchten wir dann als gegeben, als ursachlos und als unbegreiflich hinzunehmen; aus den Formen seiner Atome und aus der dadurch bedingten Anzahl verschiedener Gruppierungsmöglichkeiten dieser Atome werden wir vielleicht einmal die Formen der Elementatome erklären können. Freilich werden wir nie dahin kommen, zu sagen, weshalb bestimmte chemische Prozesse die in unserem Gehirn vorgehen, von dieser oder jener Empfindung begleitet sind; aber mit den Empfindungen hat die auf die Erforschung der mechanischen Vorgänge der Außenwelt gerichtete Wissenschaft nichts zu thun, sondern lediglich damit, die Formen der Naturkörper zurückzuführen auf die Formen der Uratome und sämtliche im Weltall stattfindenden Bewegungsprozesse auf mechanischem Wege zu erklären. Das Gebiet der Empfindungen bildet ein Reich für sich. Wir werden vielleicht einmal dahin gelangen, zu sagen, in dem und dem Augenblick, wo ich die und die Empfindung habe, geht der und der Prozess in meinem Gehirn vor sich; aber wir werden nie begreifen, warum dies der Fall, und deshalb können Mechanik und Psychologie immer nur nebeneinander hergehen.

Aus eben diesem Grunde können wir aber z. B. unter den „Eigenschaften" des Eisens nur solche Eigenschaften verstehen, welche die Formen der Atome des Eisens und die Art und Weise, in welcher sich das Eisenatom im Verein mit anderen Atomen an dem Mechanismus chemischer Prozesse beteiligt, betreffen. Daraus folgt aber, dass wir das Eisen nicht als gegeben und nicht als unbegreiflich zu betrachten haben. Prinzipiell müssen wir wenigstens daran festhalten, dass das Eisen gleich allen anderen Elementen nur eine bestimmte Gleichgewichtsform des Urstoffes, und aus den Eigenschaften des Letzteren zu erklären ist. Die Wissenschaft darf nicht eher ruhen, als bis sie sämtliche Elemente der Chemie auf einen einzigen Urstoff zurückgeführt hat.

Was von den Stoffen gilt, gilt aber auch von den Kräften. Wir wissen seit geraumer Zeit, dass Wärme und Licht ihrem Wesen nach dasselbe sind, und die epochemachenden Untersuchungen von Hertz haben den unumstößlichen Beweis geliefert, dass auch das Wesen der Elektrizität sich nicht von dem der Wärme und des Lichts unterscheidet. Deshalb dürfen wir wohl hoffen, dass mit der Zeit auch der Magnetismus, die Gravitation und die chemische Energie zusammen mit den schon genannten Energiearten, zu denen noch — darin stimmen wir Driesch bei — die organische Energie kommen muss, auf eine und dieselbe Urkraft zurückgeführt werden, und dass die Theorie

uns zeigen wird, wie die eine Naturkraft mechanisch aus der anderen hervorgeht.

Und wenn schließlich auch alle unsere Vorstellungen von den Stoffen und Kräften hypothetische sind, wenn wir diese nur in der Theorie auf einen Urstoff und eine Urkraft, oder, sofern man diese nicht von einander trennen will, auf eine Ursubstanz zurückführen können, so wird doch dadurch unser Bedürfnis nach Erkenntnis vollständig befriedigt sein. Denn das wissen wir schon heute, dass wir das Wesen dieser Ursubstanz niemals werden ergründen können, und dass uns eben deswegen dass innerste Wesen aller aus der Ursubstanz sich herleitenden Dinge durchaus und für ewig verschlossen ist.

An dieser Stelle galt es nur, Driesch gegenüber die prinzipielle Begreifbarkeit der Natur, insofern es sich darum handelt, alle Vorgänge auf die Eigenschaften eines Urstoffs und einer Urkraft zurückzuführen, zu verteidigen. Wer schon bei den chemischen Elementen, bei Licht und Wärme, oder gar schon bei den Organismenformen halt machen will, der leistet Verzicht auf zu früher Stufe. Bei denjenigen in der Außenwelt stattfindenden Vorgängen, die in unserem Gehirn, wahrscheinlich auf sehr umständliche Weise, Licht und Wärmeempfindungen hervorrufen, handelt es sich für die Wissenschaft lediglich um bewegte Materie und um die Gesetze nach denen sich diese Materie bewegt. Ebenso sind die Formen nichts weiter als Gleichgewichtszustände einer Materie, die zwar beweglich ist, aber im übrigen nur solche Eigenschaften hat, wie sie in der Mechanik in Betracht kommen. Deshalb hat Driesch Unrecht, wenn er meint, dass die Formen sich in Bezug auf ihre Ursachlosigkeit und Unbegreiflichkeit den Stoffen und Kräften anschließen.

Allerdings steht das Formenproblem nicht isoliert da, sondern es schließt sich dadurch dem Stoffproblem an, dass es gleich diesem prinzipiell lösbar ist, insofern nicht der Urgrund alles Seins in Betracht kommt.

(Schluss folgt.)

Max Fürbringer, Untersuchungen zur Morphologie und Systematik der Vögel, zugleich ein Beitrag zur Anatomie der Stütz- und Bewegungsorgane.

(Vierzehntes Stück.)

Die Länge und Weite des Darmes, mit deren Studium sich schon seit den ältesten Zeiten zahlreiche Forscher beschäftigt haben und über die Gadow die genauesten Untersuchungen angestellt hat, dürfen für die Systematik nur mit Vorsicht verwendet werden. Doch sind andrerseits diese Faktoren auch sehr wohl geeignet, gewisse Gattungen und Familien von ihren Nachbarn recht scharf abzugrenzen. Die Darmlagerung, d. h. die Schlingen desselben und speziell des Ileum, bei verschiedenen Vögeln eine charakteristische Anordnung aufweisend, hat

ebenfalls Gadow auf das eingehendste studiert und zum Aufbau seines Systems in hervorragender Weise benutzt. In demselben nehmen die Ratiten eine besondere Stellung ein, während die Carinaten sich in 3 Unterabteilungen gliedern, in Orthocoela (mit Darmschlingen, die einander parallel und längs gelagert sind, wie dies der Fall ist bei den *Natatores*, *Herodii*, *Alectorides* und *Fulicariae*), Plagiocoela (bei denen die mittleren Darmschlingen krausgefaltet und schräg gelagert sind, *Galli*) und Cyclocoela (wo eine oder einige Darmschlingen sich spiralig gewunden, ihr Ende ventral liegt). Forbes verwarf die Benutzung der Darmschlingen als systematisches Merkmal gänzlich, F. hingegen hält dieselbe für recht wohl geeignet zur Aufklärung mancher Verwandtschaften (z. B. bei den *Tubinares*, *Steganopodes*, *Lamellirostres* etc.) und ist deshalb der Ansicht, dass wenn auch der Darmlagerung nicht die Bedeutung eines taxonomischen Merkmales höheren Ranges zukommt, doch wohl mit ihr zu rechnen ist. Geringeren Wert hat dagegen die Leber und die Bauchspeicheldrüse. Die Größe des ersten Organes wechselt ungemein, selbst innerhalb enger Familien, dasselbe ist auch der Fall mit der Entwicklung der beiden Lappen desselben. Selbst der zuweilen auftretende 3. Lappen und die sogar individuell veränderlichen sekundären Einschnitte im rechten oder linken Lappen einiger Vögel haben nur geringen taxonomischen Wert. Auch die Ausführungsgänge der Leber (Ductus hepaticus resp. hepatici geben mit ihren ungemeinen Verschiedenheiten nach Zahl, Trennung und Verbindung, Einmündungsstellen in das Duodenum nur für manche Familien brauchbare Charaktere ab; ähnlich verhält es sich auch mit der Gallenblase — sie fehlt bekanntlich (infolge Rückbildung) meist bei *Struthio*, *Rhea*, vielen *Columbae* und *Psittacidae*, einzelnen *Cuculidae*, individuell auch Arten von *Apteryx*, *Mergus*, *Ciconia*, *Ardea*, *Numenius*, tritt andrerseits ebenfalls nur individuell bei *Rhea* und *Centropus* auf — ihr Vorkommen kann demnach in sehr beschränktem Maße systematisch verwertet werden. Größere Wichtigkeit kommt dagegen ihrer Gestalt zu (vor allem sind die *Pici* durch eine längliche, darmähnliche Gallenblase aufs deutlichste gekennzeichnet). Auch die Größe, Gestalt und das Verhalten ihrer Ausführungsgänge wechselt beträchtlich, ohne dass ein genügender Erklärungsgrund dafür aufzufinden wäre. Ueber die Kloake und Bursa Fabricii sind bis jetzt Untersuchungen mit Rücksicht auf die Systematik nur wenig angestellt worden. Dagegen bildete schon seit den ältesten Zeiten der Atmungsapparat und die Stimmorgane sehr beliebte Untersuchungsobjekte. Für die Klassifikation der Vögel haben sich dadurch bis jetzt folgende Resultate ergeben. Der obere Kehlkopf kann mit nur geringem Erfolge für taxonomische Zwecke verwertet werden, hingegen eignet sich die Luftröhre mit ihren Aesten in mehr als einer Hinsicht vortrefflich dazu. Obwohl in den meisten Fällen ihre Lage sich nach der des Halses richtet, so kommen doch

auch sehr bedeutungsvolle Ausnahmen vor. So gibt es unter den *Pelargi*, *Gruidae*, *Limicolae*, *Galli* und *Passeres* eine ziemliche Anzahl, bei denen die Luftröhre mehr oder weniger länger als der Hals ist; die dadurch zu stande kommenden Schlingen und Windungen werden bald am Halse nur von der Haut resp. der ihr dicht anliegenden dünnen Halsmuskulatur bedeckt (so bei *Tetrao urogallus*), bald liegen sie in derselben Weise im Bereiche der Brust oder selbst des Bauches (bei zahlreichen Arten von *Crax*), bald lagern sie sich in das ausgehöhlte sternale Ende der Furcula resp. Crista sterni, bald endlich ins Innere des Thorax. Obgleich diese Verhältnisse nur für spezielle systematische Fälle bedeutungsvoll sind, so werden doch durch sie verwandtschaftliche Beziehungen vielfach klar gelegt. Keine größere taxonomische Bedeutung darf man ferner der Weite der Trachea (meist ist sie unten enger als oben), der Zahl, Konfiguration und dem sonstigen Verhalten der Ringe desselben (die Zahl derselben schwankt zwischen 30 und 400, regelt sich nach der Länge der Luftröhre und ist bedeutungslos, nicht ganz dasselbe gilt von ihrer Konfiguration, meist ringsum geschlossen, zeigen die ersten und letzten (in wechselnder Zahl) dieselbe Eigentümlichkeit wie bei den Reptilien und manchen Säugetieren, d. h. sie sind dorsal durch eine Membran verschlossen). Bedeutsamer als diese Verhältnisse erscheint F. dagegen das Auftreten eines sagitalen Septum am unteren Ende der Luftröhre, das auch bei Reptilien vorhanden ist; dasselbe ist kräftig bei den meisten *Impennes*, von geringerer Ausdehnung bei vielen *Tubinares*. Ob die Länge der beiden Bronchii irgend welche Berücksichtigung verdient, müssen erst weitere Untersuchungen ergeben. Hingegen beansprucht wieder die manchmal vorkommende Asymetrie der Weite der Bronchien manches taxonomische Interesse. Wie die untersten trachealen sind auch die bronchialen Ringe medial nur häutig geschlossen, und die Breite dieses Verschlusses ist in verschiedenen Fällen auch für die hier. in Betracht kommenden Zwecke verwertbar. Aehnlich verhält es sich auch mit den in der Nähe der Bifurkation bei zahlreichen *Anatinae*, *Micropterus*, *Mergus* und einigen *Passeres* etc. sich findenden blasigen Erweiterungen (Pauken oder Labyrint); bei gewissen Gruppen scheint dies gleichfalls von den zur Trachea gehenden Muskeln zu gelten; beispielsweise fehlen die Mm. ypsilo-tracheales vielen Abteilungen ganz oder größtenteils und sind anderseits an dem M. sterno-trachealis der *Podicipidae*, *Columbidae*, *Formicariinae* etc. eigentümliche Insertionsverhältnisse zu beobachten.

Mit großem Rechte ist der untere Kehlkopf (von Huxley Syrinx genannt) schon seit den frühesten Zeiten taxonomisch verwertet worden, denn er weist bei den verschiedenen Vögeln eine recht gut dazu geeignete prägnante Beschaffenheit auf. Von den 3 Formen der Syrinx, den S. trachealis (ausschließlich oder vorwiegend von verdünnten und eigentümlich modifizierten Trachealringen gebildet), den S. tracheo-

bronchialis (aus trachealen und spezifisch differenzierten bronchialen Ringen entstanden) und den S. bronchialis (nur an den beiden Bronchien, also paarig auftretend), ist der 2. am weitesten verbreitet und erregt infolgedessen das größte Interesse. Das sehr wechselnde Verhalten der diesen Syrinx bildenden (trachealen und bronchialen Ringe, der sie verbindenden Membranen und zahlreicher anderer damit zusammenhängender Bänder und Falten erweist sich ganz besonders zur Charakterisierung der Gattungen und selbst Species geeignet. Auch die Muskulatur der Syrinx, dem Rectus-System des Halses zugehörig, ist infolge ihrer sehr mannigfaltigen Entwicklung gut verwertbar, jedoch mehr zu durchgehenden systematischen Zügen. Während der Syrinx trachealis allein bei einer ziemlich gut begrenzten Abteilung neotropischer *Passeres*, bei den *Tracheophonae* (J. Müller, der zuerst die 3 Formen des Syrinx aufstellte) vorkommt und der Syrinx bronchialis bei *Steatornis* und mehreren *Cuculidae* gut ausgeprägt ist, fehlt der Syrinx tracheo-bronchialis nur den meisten Ratiten, *Pelargi* und *Cathartidae*, bei allen übrigen hingegen ist er in außerordentlich großer Mannigfaltigkeit entwickelt, und es ergeben sich aus diesem Grunde selbst innerhalb der Familien (namentlich bei den *Tubinares*, *Steganopodes*, *Galli* und *Passeres*) große Verschiedenheiten. Die höchste Ausbildung erreicht dieser Kehlkopf aber bei den *Oscines*. Trotz der großen Verschiedenheit in seinem Aufbaue zeigt die Muskulatur desselben — ausgenommen die *Psittaci*, *Passeres*, *Pseudoscines* — doch ein ziemlich gleichmäßiges Verhalten. Bei der zuerst genannten Vogelgruppe finden sich 3 Muskelpaare (Mm. trachealis longus und tr. brevis und M. syringeus). In ganz abweichender Weise ist dagegen die Muskulatur bei den tracheobronchophonen *Passeres* ausgebildet, bei ihnen können die niedrigsten und höchsten Differenzierungszustände beobachtet werden; außerdem lassen sich zwischen diesen beiden extremen Stufen alle möglichen Uebergänge auffinden. Dabei hat man auszugehen von den primitiven mesomyoden Formen, die durch einen meist schwachen M. tracheo-bronchialis sich auszeichnen, der lateral (mesomyod) im brochialen Bereiche sich inseriert. Von diesen primitiven Formen aus führen 3 Wege, der eine zu den *Tracheophonae* (bei denen die Muskulatur rein lateral ist und aus dem manchmal fehlenden M. trachealis und dem M. syringeus (der ebenfalls fehlen oder jederseits einfach oder doppelt vorhanden sein kann) besteht, der andere Weg führt zu den höher stehenden amerikanischen haploophonen *Clamatores*, die eine große Mannigfaltigkeit in Bezug auf diese Muskulatur darbieten, über die aber noch umfassende Untersuchungen nötig sind, ehe eine endgiltige Beurteilung derselben stattfinden kann, der 3. Weg endlich leitet zu den *Oscines* hin. Die Muskulatur des Syrinx tracheo-bronchialis dieser Abteilung setzt sich zusammen aus den oberflächlichen längeren Mm. tracheo-bronchiales und den tieferen kürzeren

Mm. syringei; beide Gruppen inserieren sich überdies auch an den ventralen und dorsalen Enden der Ringe (akromyod nach Garrod, vielleicht aber besser diakromyod). Im allgemeinen fand F. wie Wunderlich am Syr. tracheo-bronchialis der hochentwickelten Singvögel 7 Muskelpaare. Von denselben gehört der M. tracheo-bronchialis ventralis (Levator longus anterior der Autoren, Levator longus anterior arcus III. Wunderlich), der M. trach.-bronch. obliquus (Rotator arc. III. Wunderlich), die Mm. brach.-bronch. dorsales longus und brevis (Levatores posteriores longus und brevis der Autoren, Levator longus posterior arc. II. und Tensor membranae tympaniformis internae Wunderlich), sämtlich dorsal liegend, der ersteren Muskelgruppe an, während die Mm. syringei in doppelter oder 3facher Zahl auftreten (1 oder 2 M. syringeus ventralis (Obliquus anterior der Autoren, Levator brevis anterior arcus II. Wunderlich) und M. syringeus dorsalis (Obliquus posterior der Autoren, Levator brevis posterior arc. II. Wunderlich).

Nach Garrods Beschreibung besitzen die *Pseudoscines* nur 2 bis 3 Paare von Mm. tracheo-bronchiales: jederseits einen M. trach.-bronch. ventralis und einen M. trach.-bronch. dorsalis). Dadurch entfernt sich nach F.s Ansicht diese Abteilung weit von den echten *Oscines*. Auf Grund dieser Thatsachen fällt F. über den Syrinx der Vögel folgendes Urteil: Der untere Kehlkopf mit seiner Muskulatur stellt zwar ein bedeutsames Merkmal dar, der im Detail der Systematik oft sehr brauchbar ist, aber wegen seiner ungemeinen Mannigfaltigkeit und Veränderlichkeit eine breitere Anwendung nicht finden kann. Deshalb darf auch den *Oscines*, welche Abteilung ca. 5000 Arten umfasst und dadurch alle anderen übertrifft, nur der Rang einer Unterfamiliengruppe zuerkannt werden.

(Fortsetzung folgt.)

Dr. **F. Helm.**

Ueber die wechselnde Quantität des Planktons im Großen Plöner See.

Von Dr. **Otto Zacharias** in Plön.

Jedem, der sich mit Plankton-Studien befasst, drängt sich die Wahrnehmung auf, dass die Quantität des sogenannten pelagischen Auftriebs, d. h. des im Wasser schwebenden Materials an pflanzlichen und tierischen Organismen einem periodischen Wechsel unterworfen ist. Dies gilt vom Plankton des Meeres sowohl wie von dem unserer Süßwasserseen. Die riesigen Gefilde des Ozeans bieten in dieser Hinsicht keine anderen Verhältnisse dar, als die relativ kleinen Seebecken des Binnenlandes. Wir wissen aus Erfahrung, dass heute und morgen — ja wochenlang — die reichlichsten Fänge mit dem Planktonnetz gemacht werden können, wogegen man zu anderen Zeiten nicht die Hälfte oder das Drittel von dem zu erbeuten im Stande ist, was sich

vorher in kürzester Frist mit Leichtigkeit auffischen ließ. Angesichts eines solchen Wechsels in der Quantität der im Wesser flottierenden Organismen taucht naturgemäß der Wunsch auf zu wissen, in welchen Grenzen sich die Zu- und Abnahme der Planktonmenge bewegt, bezw. wie oft und in welchen Perioden ein Maximum oder Minimum derselben eintritt. Inbetreff der Binnenseen käme außerdem noch in Frage, ob hier die Flächengröße und Tiefe von Einfluss auf die Quantität der durchschnittlichen Planktonproduktion ist, und in welchem Maße sich der Einfluss dieser Faktoren bemerkbar macht.

In der hiesigen biologischen Station, wo man Gelegenheit hat, das Plankton eines großen Sees täglich inbezug auf Quantität und Qualität zu kontrolieren, musste die große Veränderlichkeit desselben nach beiden Richtungen hin alsbald deutlich hervortreten. Infolge davon kam ich zu dem Entschlusse, den Planktongehalt einer und derselben Wassersäule in bestimmten Zwischenräumen zu wiegen, so dass hierdurch vergleichbare Zahlenangaben gewonnen wurden, vermöge deren man sich ein ungefähres Bild von dem periodischen Wechsel der Plankton-Quantität entwerfen kann. Ich begann mit diesen Wägungen am 24. Januar d. Js. (1894). Sämtliche Fänge sind mit einem und demselben Netze ausgeführt worden. Dieses wurde immer in die nämliche Tiefe (40 m) hinabgelassen und dann vertikal emporgezogen. Nachdem das aufgefischte Plankton sorgfältig gesammelt und möglichst gut auf Fließpapier abgetrocknet worden war, brachte ich es jedes Mal im frischen Zustande auf die Wage. Ich erhielt dann das Gewicht desselben in Milligrammen. Die so erhaltenen Ziffern entsprechen einer Oeffnung des kegelförmigen Netzaufsatzes von 63,6 Quadratzentimeter ($= {}^1/_{157}$ Quadratmeter). Wir haben also stets die Gewichtszahlen mit 157 zu multiplizieren, um die Planktonmenge zu berechnen, welche sich unter 1 Quadratmeter Seefläche (bis zu einer Tiefe von 40 Metern hin) thatsächlich vorfindet. Am 24. Januar d. Js. ergab die Wägung 34,3 Milligramm. Somit waren an jenem Tage 157 $\times$ 34,3 Millig., d. h. 5,385 g Plankton in einer Wassersäule von 1 Quadratmeter Querschnitt und 40 Meter Höhe vorhanden.

Bei diesen Verfahren wird freilich das Gewicht jedes Fanges um einen gewissen Betrag niedriger angenommen werden müssen, weil es unmöglich ist, alle Feuchtigkeit von Wäge-Material durch Abtrocknen zu entfernen. Und zwar wird dieser Betrag bei reichlichen Fängen größer sein, als bei spärlichen. Ich veranschlage die haften gebliebene Feuchtigkeit im Durchschnitt auf ein Fünftel vom Gesamtgewicht der einzelnen Fänge. Es liegt hierin zweifellos ein Mangel meines Verfahrens, aber trotzdem lässt sich die Veränderlichkeit des Planktons hinsichtlich seiner Quantität nach den ermittelten Gewichtszahlen besser beurteilen, als auf Grund bloßer Schätzungen. Nach dem Augenschein kann man wohl sagen, dass jetzt z. B. viel mehr Plankton vorhanden

ist, als vor einer Reihe von Wochen; aber man ist außer Stande, anzugeben, um ein Wievielfaches die jetzige Planktonmenge die damalige übertrifft. Gewichtsermittelungen sind deshalb, auch wenn sie keinen Anspruch auf Exaktheit machen können, immerhin wertvoll, insofern sie die Subjektivität bei der Beurteilung von Quantitätsverhältnissen ausschließen, womit an und für sich schon die Feststellung der Wahrheit gefördert wird.

Besonders kommt aber noch inbetracht, dass wir durch die Methode fortgesetzter Wägungen auf die einfachste Weise ein klares Bild von den Schwankungen der Planktonmenge während der aufeinanderfolgenden Jahreszeiten erhalten und so überhaupt erst zu bestimmteren Vorstellungen über die Produktion limnetischer Organismen, wie sie jahraus jahrein in unseren Binnenseen stattfindet, gelangen.

Am 7. April d. Js. betrug das Gewicht eines Planktonfanges aus 40 m nicht weniger als 1116 Milligramm, was auf den Quadratmeter berechnet über 175 g ausmacht. Das ist das reichlichste Ergebnis, welches ich in der Zeit vom 24. Januar bis 28. Juli (1894) erhalten habe und dasselbe ist darauf zurückzuführen, dass an jenem Tage eine schon seit Märzbeginn in Zunahme begriffene limnetische Bacillariacee (*Melosira distans* Ehrb., var. *laevissima* Grun.) ein Maximum des Vorkommens erreichte. Man hatte damals ein fast völlig reines Melosirenplankton vor sich, denn die übrigen flottierenden Organismen traten gänzlich vor der ungeheuren Menge der kleinen, gelblichen Fädchen zurück, welche die gesamte Wassermasse des Plöner Sees von der Oberfläche bis zum Grunde durchsetzten.

Um über die Verteilung der genannten Bacillariacee in größeren und geringeren Tiefen Klarheit zu erlangen, wurden Stufenfänge gemacht, welche folgende Resultate lieferten:

Aus	2,5	Meter	Tiefe	132	Millig
„	5	„	„	157	„
„	10	„	„	200	„
„	15	„	„	392	„
„	20	„	„	431	„
„	30	„	„	625	„
„	40	„	„	1116	„ (wie schon mitgeteilt).

Da es hier nicht auf Bruchteile von Milligrammen ankommt, gebe ich die Gewichte nur in abgerundeten Zahlen an. Aus denselben ist zu entnehmen, dass die *Melosira*-Fäden in den verschiedenen Tiefenregionen sehr ungleichmäßig verteilt waren. In der Nähe der Oberfläche zeigten sie die größte Dichtigkeit; denn der Fang aus 2,5 Meter ist der reichste. Ein Netzzug aus doppelter Tiefe (5 Meter) brachte nur 25 Milligramm mehr herauf. Vergleichen wir hiermit den *Melosira*-Gehalt der Schicht zwischen 10 und 15 Meter, so lieferte dort die Durchfischung von 2,5 Meter ein bei weitem günstigeres Ergebnis, nämlich $\frac{392-200}{2} = 96$ Milligramm. Man findet diesen Betrag ganz

einfach so, dass man die Gewichtszahlen der Stufenfänge aus 10 und 15 Meter von einander subtrahiert und dann durch 2 dividiert. Letzteres muss geschehen, weil die Schicht, deren Planktongehalt ermittelt werden soll, die doppelte Höhe der Oberflächenschicht besitzt, welche der Vergleichung zu Grunde liegt. Auf dieselbe Weise berechnet man, dass zwischen 15 und 20 Meter an jenem Tage ein Netzzug durch 2,5 Meter nur 19,5 Milligramm ergeben haben würde, wogegen ein solcher zwischen 20 und 30 Meter für dieselbe Strecke 48,5 Milligramm gebracht hätte. Am nächstreichlichsten nach der Oberflächenschicht würde sich aber die zwischen 30 und 40 Meter gelegene erwiesen haben, denn für diese ergibt sich rechnungsmäßig ein Melosiren-Gewicht von 122,7 Milligramm für die Fangstrecke von 2,5 Meter.

Mithin waren die Bacillariaceen am 7. April sowohl an der Oberfläche als auch in der Nähe des Grundes am dichtesten zusammengeschaart, während sie in den mittleren Wasserschichten in weit geringerer Menge auftraten. Ohne mich an dieser Stelle mit einer Erklärung dieser auffälligen Erscheinung zu befassen, konstatiere ich nur, dass auch Apstein bei seinen Untersuchungen des Dobersdorfer Sees (4. Okt. 1892) in der Tiefe „große Mengen von *Melosira*“ vorfand[1]).

Vom 7. April d. Js. an machte sich eine immer mehr fortschreitende Abnahme der Vegetation von *Melosira laevissima* bemerklich, so dass am 23. April ein fast vollständiges Fehlen dieser Bacillariacee zu verzeichnen war. Das Zurückgehen derselben ist klar aus folgender Tabelle zu ersehen:

Netzzüge aus 40 Meter.

7.	April	1894	. . .	1116	Milligramm
11.	„	„	. . .	629	„
14.	„	„	. . .	407	„
16.	„	„	. . .	140	„
17.	„	„	. . .	108	„
18.	„	„	. . .	77	„
21.	„	„	. . .	20	„
23.	„	„	. . .	11	„

Es war also am 23. April nur noch etwas mehr als der hundertste Teil jener großen Menge von *Melosira* vorhanden, welche am 7. April mit so staunenswerter Ueppigkeit den ganzen See erfüllte.

Im Gegensatz zu der vielfach wechselnden vertikalen Verbreitung, welche *Melosira laevissima* während der Zeit ihres massenhaften Vorkommens zeigte, erwies sich die horizontale als sehr gleichförmig. Diese Bacillariacee war damals überall an der Seeoberfläche in nahezu gleicher Menge zu finden, was ja auch begreiflich erscheint, da die Bedingungen für die Assimilation in den hellbeleuchteten obersten Wasserschichten allerwärts dieselben sind. Diese gleichförmige Ver-

1) C. Apstein, Quantitative Planktonstudien im Süßwasser. Biol. Centralblatt, Bd. XII, Nr. 16 u. 17, S. 498.

teilung gibt uns nun auch die Möglichkeit an die Hand, das Gesamtgewicht der *Melosira*-Fäden, deren Anzahl am 7. April für den Plöner See ein Maximum erreichte, innerhalb gewisser Fehlergrenzen festzustellen. Nehmen wir zu diesem Behufe die durchschnittliche Tiefe des großen Plöner Sees zu 15 Meter an (was aber eher zu niedrig gegriffen sein dürfte), so entfällt auf jeden Netzzug aus dieser Tiefe laut der oben mitgeteilten Tabelle 392 Milligramm. Multiplizieren wir nun diese Ziffer mit 157 — wofür eingangs der Grund angeführt worden ist — so erhalten wir diejenige Planktonmenge, welche am 7. April unter 1 Quadratmeter vorhanden war, nämlich 61544 Milligramm. Für den Kilometer Fläche (= 1 Million Quadratmeter) ergibt das nun ein Planktongewicht von ebensoviel Kilogramm, als es für den Quadratmeter Milligramm waren. Für den ganzen See also, welcher 32 Kilometer Fläche besitzt, berechnet sich auf diese Weise das Gesamtgewicht der damals im Wasser schwebenden Melosiren auf über 39000 Zentner.

Hiervon muss freilich noch ein Abzug gemacht werden, weil in den 392 Milligrammen, welche der Netzzug auf 15 Meter Tiefe lieferte, auch ziemlich viel Feuchtigkeit mitgewogen wurde, deren Betrag ich (siehe oben) auf etwa den fünften Teil des Wägeergebnisses schätze. Darnach würden aber immer noch über 31000 Zentner Melosiren-Plankton am genannten Tage im Plöner See vorhanden gewesen sein.

Dieser Betrag erscheint sehr hoch, aber selbst wenn ein kleiner Fehler bei dem Abwiegen des Fanges zu dessen Gunsten sich eingeschlichen haben sollte, der sich bei den nachfolgenden Multiplikationen entsprechend mitvergrößert hätte — selbst unter dieser Voraussetzung würde obige Angabe noch ihren vollen Wert behalten. Denn gleichviel, ob es sich um 30000 oder bloß 20000 Zentner handelt — jedenfalls erhalten wir durch derartige Gewichtsermittelungen und Berechnungen einen Begriff davon, wie beträchtlich das Gewicht der lebenden Substanz sein kann, welches, auf zahllose mikroskopisch-kleine Zellketten verteilt, in der Wassermasse eines größeren Landsees sich schwebend zu erhalten vermag.

Für den 23. April d. Js., wo die Melosiren fast dem Verschwinden nahe waren und auch die übrigen flottierenden Organismen nur ganz spärlich vorkamen, ergab die Wägung eines Fanges aus 15 Meter Tiefe nur 1,5 Milligramm. Das macht für den Quadratmeter $157 \times 1{,}5 = 235{,}5$ Milligramm. Somit für die gesamte Seefläche — unter zu Grundelegung einer durchschnittlichen Tiefe von 15 Metern — wenig mehr als 15 Zentner.

Am 28. Juli hingegen ergab Wägung und daran sich schließende Rechnung wieder mehr als 11000 Zentn. Plankton für den gr. Plöner See.

Es wird aus solchen Daten klar ersichtlich, dass der Gehalt eines Binnensees an limnetischen Tier- und Pflanzenwesen außerordentlich großen Schwankungen unterliegt.

Ich habe hierüber fortgesetzt Beobachtungen angestellt, welche ich im nächsten (3.) Teile der „Forschungsberichte aus der biologischen Station zu Plön“ veröffentlichen werde. In diesem Aufsatze teile ich nur Einiges aus meinen Aufzeichnungen mit, um auch andere Forscher zur Vornahme von Planktonwägungen anzuregen.

Ich bin der Ueberzeugung, dass die Massenverhältnisse des Planktons durch solche Gewichtsermittelungen leichter vorstellig werden, als dadurch, dass man die einzelnen gleichartigen Bestandteile der Fänge gewissenhaft durchzählt. Um zu erfahren, wie viele Fäden von *Melosira* auf 1 Milligramm Plankton entfallen, habe ich seinerzeit eine wirkliche Zählung ausgeführt und dabei gefunden, dass es 6024 sind. Nehmen wir nun jeden Faden als aus 20 aneinandergereihten Zellen bestehend an, so macht das auf das Milligramm 120480. Ein Netzzug aus 2,5 Meter Tiefe vom 23. April d. Js., welcher 132 Milligramm ergab, würde sich somit nahezu 16 Millionen *Melosira*-Zellen zusammensetzen — eine Menge, von der wir uns keine Anschauung mehr bilden können und die wir daher mit unseren alltäglichen Erfahrungen von Zahl und Quantität nicht zu verknüpfen im Stande sind.

Mit Hilfe von Wägungen habe ich auch feststellen können, wie sich die Planktonproduktion des Vierer Sees, einer größeren Bucht des Plöner Seebeckens, zu derjenigen dieses letztern verhält. Beim bloßen Anblick der beiden fast gleichzeitig gemachten Fänge konnte man bereits urteilen, dass in der Bucht (von 1,34 Quadratkilometer Fläche) mehr Plankton produziert werde, als im See selbst. Aber erst mit Hilfe der Wage ließ sich feststellen, dass bei gleicher Höhe (10 Meter) und gleichem Querschnitt der Wassersäule (63,6 qcm) die Bucht 228 Milligramm, der See aber nur 101 geliefert habe; dies war am 19. Juni d. Js. Am 25. Juni wurden neue Fänge gemacht und eine zweite Vergleichung vorgenommen, wobei sich ergab, dass die Produktion in beiden Wasserbecken zwar abgenommen hatte, aber im Vierer See doch auch jetzt noch größer war (150 Millig), als im großen Plöner See (90 Millig). Die Temperatur in der Bucht erwies sich an beiden Fangtagen um 1 Grad höher als im Hauptbecken, nämlich 16,5° Celsius.

Meines Wissens sind Gewichtsermittelungen inbetreff des Planktons bisher überhaupt nicht vorgenommen worden, wenigstens sicher nicht auf Grund von Vertikalfängen [1]), deren Ergebnisse ganz allein dazu geeignet sind, Vergleiche mit der Produktion anderer Seen zu ermöglichen.

1) Nur C. Apstein hat den Versuch gemacht, für den Dobersdorfer See das Gewicht der darin enthaltenen Mengen von *Leptodora hyalina* gewichtsmäßig festzustellen. Er fand für dieses 2 Quadratkilometer große Wasserbecken einen Gehalt von 132 Zentnern dieser Krebse. Z.

Verlag von Eduard Besold (Arthur Georgi) in Leipzig. — Druck der kgl. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik — Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark. Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIV. Band. 15. September 1894. **Nr. 18.**

Inhalt: **Herbst**, Ueber die Bedeutung der Reizphysiologie für die kausale Auffassung von Vorgängen in der tierischen Ontogenese. — **Haacke**, Die Formenphilosophie von Hans Driesch und das Wesen des Organismus (Fortsetzung). — **Lang**, Zur Frage der Knospung der Hydroiden. — **Seelmann**, Beschleunigte Färbung der Blutkörperchen. — **Walther**, Bionomie des Meeres. Beobachtungen über die marinen Lebensbezirke und Existenzbedingungen.

Ueber die Bedeutung der Reizphysiologie für die kausale Auffassung von Vorgängen in der tierischen Ontogenese. I.

Von **Curt Herbst.**

Einleitung.

Eine Beobachtung, welche ich während meiner Untersuchungen über den Einfluss der veränderten chemischen Zusammensetzung des umgebenden Mediums auf die Entwicklung der Tiere machte [23], brachte mich auf die Vermutung, dass Richtungsreize bei dem Zustandekommen ontogenetischer Prozesse höchstwahrscheinlich eine bedeutende Rolle spielen. Ich habe in der letzten Zeit eingehend über diese Frage nachgedacht, und da ich glaube, dass die Resultate, zu denen ich hierbei gekommen bin, in vielfacher Hinsicht fördernd und zu experimentellen Untersuchungen anregend wirken können, so habe ich mich entschlossen, in drei aufeinander folgenden theoretischen Schriften zu zeigen, was sich eventuell im Verlauf der Ontogenese mittels der Reizphysiologie verständlich machen ließe. Ich werde hierbei zwei Hauptgruppen von Reizen unterscheiden, die hier kurz charakterisiert werden mögen.

Die erste Gruppe wird von den „Richtungsreizen“ repräsentiert, d. h. von denjenigen äußeren Anstößen, welche entweder die Richtung eines freibeweglichen Organismus oder die eines wachsenden Organes beeinflussen. Wir werden hierbei dem Sprachgebrauch der meisten Botaniker folgen und im ersteren Falle von Heliotaxis, Geotaxis reden,

während wir im anderen die Worte Heliotropismus, Geotropismus etc. verwenden werden [1]).

Die zweite Gruppe von Reizen, deren Wirksamkeit bei ontogenetischen Vorgängen ich im folgenden wahrscheinlich zu machen versuchen will, ist durch das Verhalten der Ranken von *Ampelopsis hederacea*, des wilden Weines, charakterisiert, welche bei längerer Berührung mit einem festen Körper an ihren Spitzen breite Haftpolster entwickeln. Hier wird also durch die Berührung ein Gestaltungsprozess ausgelöst, der qualitativ anders geartet ist als der, welchen die Ranke vor der Berührung zeigte. Wir werden deshalb diese zweite Gruppe mit dem Namen formative Reize belegen.

Die zwei Hauptteile unsrer Untersuchung ergeben sich nach dem Gesagten von selbst.

I. Hauptteil.

Die Bedeutung der Richtungsreize für die kausale Auffassung ontogenetischer Vorgänge.

Da ich nicht bei allen Lesern dieser Schrift die Bekanntschaft mit den Thatsachen der Reizphysiologie voraussetzen kann, so halte ich es für geraten, zunächst die hauptsächlichsten hierher gehörigen Thatsachen zusammenzustellen. Ich werde mich dabei nicht auf das Tierreich beschränken, sondern auch zahlreiche Thatsachen aus dem Pflanzenreich anführen. Sind es ja gerade die Botaniker, welche zuerst und am erfolgreichsten die Erforschung dieses Gebietes der Physiologie in Angriff genommen haben.

Es braucht wohl nicht erst besonders betont zu werden, dass ich nur die hauptsächlichsten Punkte zur Sprache bringen und unmöglich eine erschöpfende Darstellung unsrer Kenntnisse von den Richtungsreizen geben kann. Der erste Teil ist ohnehin schon als einführender Abschnitt zu lang ausgefallen, so dass ich lange schwankte, ob ich ihn überhaupt veröffentlichen solle. Wenn ich mich nun schließlich doch dazu entschlossen habe, ihn so, wie er ist, der Oeffentlichkeit zu übergeben, so geschah dies einmal in der Hoffnung, dass die Zusammenstellung für manchen eine willkommene Gabe sein dürfte, und zweitens deswegen, weil ich eine genaue Kenntnis der Richtungsreize zum Verständnis der theoretischen Betrachtungen im 2. Teil für unerlässlich halte.

---

1) Da die Wortmann'sche Theorie der Reizkrümmungen hinfällig geworden ist, so erscheint mir das Auseinanderhalten beider Erscheinungsreihen — wenigstens zur Zeit — als vollkommen begründet.

I. Teil. Die Richtungsreize im Tier- und Pflanzenreich.

A. Spezielles.

a) Ueber die Wirkung des Lichtes.

α) Auf das Wandern freibeweglicher Organismen. Phototaxis [Heliotaxis][1]).

Bringt man einen Tropfen Wasser mit *Euglena viridis* auf einen Objektträger und stellt den Spiegel des Mikroskops so ein, dass nur ein Teil des Tropfens von diffusem Tageslicht beleuchtet wird, so sieht man, wie sich bald alle Geißelschwärmer an der beleuchteten Seite ansammeln. Das Licht wirkt für *Euglena* wie eine Falle, so bemerkt treffend Engelmann [16]. Stahl [63], welcher ebenfalls mit *Euglena* experimentierte, konnte feststellen, dass sich die Euglenen mit der Längsaxe ihres Körpers in der Richtung der Strahlen einstellen und zwar bei schwächerem Lichte so, dass sie ihr vorderes Ende der Lichtquelle zu, ihr hinteres davon abwenden. Er zieht hieraus den Schluss, dass es sich bei dem Einfluss des Lichtes auf die Bewegung der Schwärmer „bloß um Richtungsverhältnisse handelt, welche von der rotierenden Bewegung selbst unabhängig sind". Dies trat besonders deutlich bei denjenigen Individuen hervor, welche nicht auf die Lichtquelle zuschwammen, sondern an dem Objektträger oder an einem anderen im Tropfen anwesenden Körper festsaßen. „Die Längsaxe dieser Euglenen fiel, wie bei den freischwimmenden, annähernd mit der Richtung des Lichtstrahls zusammen".

Ebenso wie *Euglena* verhielten sich nach den ausgedehnten Untersuchungen von Strasburger [66] eine große Menge Schwärmsporen und Flagellaten schwächerem Lichte z. B. diffusem Tageslichte gegenüber „positiv photo- resp. heliotaktisch". Es mögen hier nur die Schwärmsporen von *Botrydium granulatum* und die Flagellate *Chilomonas* genannt werden. In ausgezeichneter Weise erwiesen sich nach den Versuchen Verworn's [68] die Fäden der Oscillarie *Glaucothrix gracillinia* positiv phototaktisch. Auch *Navicula brevis*, eine Diatomee, sammelt sich nach den Angaben desselben Forschers an der Lichtseite des Tropfens an. Hierbei stellte er auch die bereits früher durch Cohn, Strasburger, Borodin u. a. bekannt gewordene Thatsache fest, dass die stärker brechbaren Strahlen d. h. die blauen, indigofarbigen und violetten in höherem Grade die Bewegungsrichtung beeinflussen, als die schwächer brechbaren d. h. die roten, gelben und grünen. Der Unterschied kann so groß sein, dass sich manche Organismen in Licht, welches eine Lösung von Kupferoxydammoniak durch-

1) Ich werde mich bei der Darstellung der phototaktischen und heliotropischen Erscheinungen an die Auffassung anlehnen, welche von den meisten Forschern vertreten wird, und die neue Ansicht von Oltmanns [48] außer Acht lassen, da mir dieselbe weiterer Aufklärung zu bedürfen scheint. Ebenso werde ich nicht auf die Unterscheidung von phototaktischen und unterschiedsempfindlichen Tieren eingehen, welche Loeb [37] neuerdings eingeführt hat.

drungen hat, genau so verhalten, wie bei gewöhnlichen Tageslicht, während Licht, welches durch eine Lösung von doppeltchromsaurem Kali gegangen ist, wie Dunkelheit wirkt[1]). Es können selbstverständlich nicht alle Fälle von positiver Phototaxis angeführt werden, erwähnen müssen wir jedoch, dass diese Erscheinung auch bei höheren Tieren nachgewiesen worden ist. In auffälliger Weise ist z. B. *Hydra viridis* positiv phototaktisch. Schon Trembley beobachtete dies in einem Gefäß, welches er in ein Mufffuteral gestellt hatte, das nur an einer Seite ein Loch aufwies. Wurde dieses Futeral mit der Oeffnung nach dem Fenster zugekehrt, so sammelten sich die grünen Polypen an der Seite des Glases an, welche sich der Oeffnung gegenüber befand. Mit den phototaktischen Erscheinungen bei Insekten hat sich in neuerer Zeit in ausgedehnter Weise Loeb [33] beschäftigt. Nach seinen Untersuchungen erwiesen sich z. B. die Raupen von *Porthesia chrysorrhoea*, die Blattläuse und die geschlechtsreifen Ameisen positiv phototaktisch. Der stärker brechbare Teil des Spektrums war auch hier wirksamer als der schwächer brechbare. Die Tiere verhielten sich also auch in dieser Hinsicht ganz so wie die oben erwähnten einzelligen Organismen.

Als wir oben von der positiven Phototaxis der Flagellaten und Schwärmsporen sprachen, war es immer nur schwächeres Licht, welches die Bewegung zur Lichtquelle hin bewirkte. Lässt man aber auf die Stelle des Tropfens, an welcher sich die Algen angesammelt haben, direktes Sonnenlicht fallen, so kehren die Schwärmer um, und begeben sich jetzt nach dem nicht beleuchteten Teile des Tropfens. Durch Steigerung der Lichtintensität sind also dieselben Organismen, welche vorher positiv phototaktisch waren, negativ phototaktisch geworden (Strasburger). Dieselbe „Stimmung“ auf eine bestimmte Lichtintensität, die positive Phototaxis im Gefolge hat und nach oben nicht überschritten werden darf, falls nicht die entgegengesetzte Richtungsbewegung ausgelöst werden soll, zeigen nach Stahl [63] auch die Desmidiaceen und Diatomeen. Negativ phototaktisch zeigen sich selbst für gewöhnliches Tageslicht die Plasmodien von *Aethalium septicum* vor ihrer Reife. Plasmodien, welche im Dunklen an die Oberfläche der Lohe gekrochen sind, kriechen bei Beleuchtung wieder in das Substrat hinein. Dasselbe Verhalten zeigen die Plasmodien, welche auf eine nasse Glasplatte gekrochen sind; wird nämlich eine Stelle

1) Die Beobachtungen von Engelmann [16], welche dieser Regel scheinbar widersprechen, erklären sich daraus, dass es sich hierbei um gar keine direkte Lichtwirkung handelt. Die untersuchten Tiere (*Navicula* und chlorophyllhaltige Ciliaten [*Stentor viridis*, *Bursaria* etc.]) sammelten sich nämlich bei Sauerstoffmangel in demjenigen Teil des Spektrums an, in welchem die Chlorophyllkörner und parasitären Algen, die sie enthielten, am meisten Sauerstoff produzierten.

der letzteren beleuchtet, so kriechen sie an die dunkleren Stellen derselben (Stahl und Baranetzky).

Unter den Diatomeen hat Verworn [68] eine typisch negativ phototaktische Form entdeckt; es ist dies eine nicht näher bestimmte *Stauronëis*-Art. Dieselbe zeigte sich auch im Halbdunkel negativ phototaktisch.

Bei höheren Tieren beobachtete Loeb [33] negative Phototaxis bei den Larven des Mehlkäfers (*Tenebrio molitor*) und bei den Muscidenlarven. Letztere sind noch besonders aus dem Grunde interessant, dass sie keine Augen besitzen und trotzdem auf Lichtreize reagieren. Es ist Graber [19] gewesen, welcher diese wichtige Thatsache zuerst am Regenwurm und an geblendeten Tritonen und Periplaneten festgestellt hat.

β) Ueber die Wirkung des Lichtes auf die Wachstumsrichtung. Heliotropismus.

Der Einfluss einseitiger Beleuchtung auf die Wachstumsrichtung pflanzlicher Organe ist so augenfällig, dass es nicht nötig ist, ausführlich darauf einzugehen; kann ja jeder täglich im Zimmer an den Pflanzen des Blumentisches die betreffenden Erscheinungen beobachten.

Am exaktesten lässt sich der richtende Einfluss des Lichtes auf die von Sachs [60] angegebene Weise demonstrieren. Wir bringen einen Topf mit jungen Keimpflanzen der Bohne in einen lichtdichten Kasten, welcher nur an einer Seite durch ein Loch beleuchtet wird. Auf letzteres ist nach außen ein Rohr aufgesetzt, das vorn von einer mit einem Spalte versehenen Platte verschlossen ist.

Oeffnet man nach einigen Stunden den Kasten wieder, so wird sich zeigen, dass sich die Sprosse sämtlicher Keimlinge in der Richtung der einfallenden Lichtstrahlen nach der Oeffnung hingekrümmt haben. Sie haben sich also als positiv heliotropisch erwiesen. Als Grund für diese Krümmung wird gewöhnlich angegeben, dass die vom Lichte abgewandte Seite stärker gewachsen ist als die demselben zugekehrte. Dies ist jedoch nach den neuesten Untersuchungen von Kohl [31] ungenau, wie wir später sehen werden.

Aendern wir nunmehr den Versuch dahin ab, dass wir vor die Oeffnung des Rohres eine parallelwandige Glasflasche mit einer Lösung von Kupferoxydammoniak bringen, so wird sich zeigen, dass sich die Sprosse ebenso verhalten wie bei gewöhnlichem Lichte. Stellen wir dagegen eine Flasche mit einer Lösung von doppeltchromsaurem Kali, welche nur die roten, gelben und einen Teil der grünen Strahlen durchlässt, vor die Oeffnung, so reagieren die Keimstengel in keiner Weise: sie wachsen in derselben Richtung weiter wie vorher. Dasselbe tritt ein, wenn wir schließlich noch eine 3. Flasche mit einer Lösung von schwefelsaurem Chinin, welche sämtliche ultroviolette Strahlen absorbiert, vor die Oeffnung bringen. Das Resultat unsrer 3 Versuche ist also

dieses, dass hauptsächlich die sichtbaren blauen und violetten Strahlen eine Aenderung der Richtung wachsender Pflanzenorgane herbeiführen.

Stellen wir nunmehr Keimpflanzen von *Sinapis alba*, welche sich in einem Glasgefäß mit Nährlösung befinden, in den dunklen Kasten, so werden wir nach einiger Zeit bemerken, dass sich die Wurzeln von der Lichtöffnung weggekrümmt haben und in Richtung der Strahlen nach der entgegengesetzten Wand der Dunkelkammer gewachsen sind. Die Keimwurzeln der jungen Senfpflanzen haben also im Gegensatz zu den Sprossaxen, welche sich auch hier der Lichtquelle zugewendet haben, eine negativ heliotropische Krümmung ausgeführt.

Neben den beiden, bis jetzt erwähnten Arten von Heliotropismus gibt es nun aber noch eine dritte, welche von Frank [18] als Transversal-, von Darwin [4] als Diaheliotropismus bezeichnet worden ist. Derselbe offenbart sich z. B. an bilateralen Laubblättern, welche immer so orientiert sind, dass die Lichtstrahlen annähernd senkrecht auf die Blattoberfläche fallen. Auch der Thallus vieler Lebermoose hat das Bestreben, seine Oberfläche senkrecht zu den einfallenden Lichtstrahlen zu stellen. An einfach angestellten Experimenten kann man sich leicht vor der Richtigkeit dieser Behauptung überzeugen.

Bei festsitzenden Tieren wurde eine Aenderung der Wachstumsrichtung durch einseitig einfallende Lichtstrahlen zuerst von Driesch [8] beobachtet. Derselbe stellte Stöcke von *Sertularella polyzonias* L. in verschiedener Lage in ein Aquarium, von dessen Glaswänden 3 mit schwarzem Papier verklebt waren. Das Licht fiel nur durch die eine der beiden schmalen Glasscheiben, welche dem Zimmerfenster zugewandt war, in das Aquarium ein.

Driesch machte nun zunächst an den so aufgestellten Stöcken die merkwürdige Beobachtung, dass dieselben an Stelle von Polypen Stolonen produzierten; und diese Stolonen erster Ordnung erwiesen sich sämtliche in ausgesprochener Weise negativ heliotropisch. Die von diesen erzeugten Tochterstolonen, die Stolonen zweiter Ordnung, wuchsen dagegen stets dem Lichte entgegen, sie wurden also zunächst positiv heliotropisch. Dieser positive Heliotropismus verwandelte sich jedoch ebenfalls in negativen, nachdem sich vom Stolo ein Tochterstolo dritter Ordnung abgezweigt hatte.

Während bei Driesch durch geeignete Stellungen ein Einfluss der Schwerkraft auf die Wachstumsrichtung der Stolonen ausgeschlossen wurde, sind die von Loeb [34] an *Serpula uncinata* und einer nicht näher bestimmten *Sertularia*-Art beobachteten heliotropischen Aenderungen der Wachstumsrichtung[1]) nicht einwandsfrei.

1) *Spirographis* wendet sich nach Loeb in auffälliger Weise der Lichtquelle zu. Wir haben es hier jedoch nur mit einer heliotropischen Krümmungsbewegung und nicht mit einer Aenderung der Wachstumsrichtung zu thun.

Loeb legte einen Block, der ausschließlich aus parallelen Wurmröhren bestand, so auf den Boden eines von oben beleuchteten Aquariums, dass die Längsaxen der Röhren horizontal lagen. „Nach 6 Wochen war der Block mit aufwärts gekrümmten Röhren übersäet, während nicht eine einzige Röhre in der ursprünglichen Richtung weiter gewachsen war". Die Würmer waren also allerdings in der Richtung der Lichtstrahlen der Lichtquelle zugewachsen, da aber die Strahlenrichtung zugleich mit der Richtung der Schwerkraft zusammenfiel, so ist der Versuch nicht beweisend.

Ebenso steht es mit den Versuchen an *Sertularia*. Die Stöcke waren nahe an ihrem unteren Ende abgeschnitten und verkehrt in den Sand gesteckt worden. Das Licht fiel schräg von oben ein. An dem nach oben gekehrten Schnittende wuchs nach einiger Zeit ein Stolo und ein Polypensympodium — von Loeb kurz „Spross" genannt — hervor. Letzteres wuchs schräg nach oben nach dem Fenster hin, während sich der Stolo schräg nach unten richtete. Da in diesem Falle die Richtung der Lichtstrahlen wieder annähernd mit der Richtung der Schwerkraft übereinstimmte, so ist auch hier wenigstens ein Mitwirken der letzteren nicht ausgeschlossen, was übrigens Loeb selbst erwähnt.

b) Ueber die Wirkung der Schwerkraft.

α) Auf das Wandern freibeweglicher Organismen. Geotaxis.

In gleicher Weise wie die Lichtstrahlen wirkt auch die Schwerkraft richtend auf die Bewegung der Organismen. Fr. Schwarz [62] war der erste, welcher an den Flagellaten *Euglena* und *Chlamydomonas* geotaktische Erscheinungen konstatieren konnte und zwar erwiesen sich die betreffenden Algen negativ geotaktisch d. h. sie bewegten sich in der Richtung der Schwerkraft von dem Erdmittelpunkte weg. Aderhold [1] wies darauf zwar nach, dass die Versuche von Schwarz nicht durchweg einwandsfrei waren, konnte aber trotzdem seine Angaben bestätigen. Außerdem konnte er auch bei *Haematococcus lacustris* und den Schwärmsporen von *Ulothrix tenuis* Kg. — hier zwar in weniger ausgeprägter Weise — negative Geotaxis nachweisen.

In neuerer Zeit hat sich Jensen [27] eingehend mit der Geotaxis niederer Organismen beschäftigt und bei *Paramaecium aurelia*, *P. bursaria* und *Urostyla grandis* ausgesprochenen negativen Geotropismus nachgewiesen. Er legte ein Hauptgewicht auf die Untersuchung der Frage, ob das Aufwärtskehren des Vorderendes und das Abwärtswenden des Hinterendes und damit die Bewegungsrichtung bei den gen. Organismen vielleicht einfach dadurch verursacht werde, dass sich der Schwerpunkt in der Nähe des hinteren Endes befinde. An konservierten Exemplaren, die durch das Konservationsmittel keine Formveränderung erfahren hatten, konnte er feststellen, dass dies

nicht der Fall ist; so fielen z. B. die konservierten Euglenen stets mit dem cilientragenden Ende voran nach unten; also gerade entgegengesetzt als sie nach der oben aufgestellten Vermutung fallen sollten.

Das Phänomen des neg. Geotropismus selbst stellt sich Jensen[1]) jedoch nicht als unmittelbare Reizwirkung der Schwerkraft vor, sondern er sucht die Ansicht plausibel zu machen, dass sich die sog. negativ-geotaktischen Organismen „von Orten höheren hydrostatischen Druckes nach solchen von geringerem begeben", während bei der positiven Geotaxis die Bewegung von Orten geringeren nach solchen von höherem Druck gerichtet sein soll. Seine Beweise haben mich jedoch von der Richtigkeit dieser Annahme nicht überzeugen können; wenn auch ihre Wahrscheinlichkeit nicht zu bestreiten ist.

Ueber geotaktische Erscheinungen bei höheren Tieren berichtet Loeb [35]. So erweisen sich z. B. nach ihm die Schmetterlinge, welche eben der Puppenhülle entschlüpft sind, in deutlicher Weise negativ geotaktisch. „Das Tier ist so lange unruhig und ist gezwungen, so lange umherzulaufen, bis es an eine vertikale Wand gelangt, an der es die Längsaxe seines Körpers in die Richtung der Vertikalen mit dem Kopfe nach oben stellen kann" (S. 53). Einige Zeit nach dem Ausschlüpfen soll jedoch diese Reizbarkeit durch die Schwerkraft schwinden.

Auch Raupen (z. B. *Bombyx neustria*), kleine Käfer (Coccinellen), die Küchenschaben, Cucumarien und *Asterina gibbosa* sollen negativ geotaktisch sein.

β) Ueber die Abhängigkeit der Wachstumsrichtung von der Wirkung der Schwerkraft. Geotropismus.

Besser bekannt als die geotaktischen Bewegungen der Organismen sind — wenigstens im Pflanzenreiche — die Erscheinungen des Geotropismus, welcher neben der Wirkung des Lichtes einen großen Einfluss auf die äußere Gestalt der Pflanzen ausübt.

Legen wir eine Keimpflanze einer Bohne auf feuchte Erde in einem dunklen dampfgesättigten Raum, so sieht man nach einiger Zeit, wie die Hauptwurzel nicht weit von ihrer Spitze eine Krümmung erfährt und sich senkrecht in die Erde einzubohren beginnt. Hätten wir an Stelle des Bohnenkeimlings irgend welche andere Keimpflanzen verwendet, so würden sich die Hauptwurzeln überall positiv geotropisch gezeigt haben.

---

1) Jensen redet von einer „mystischen" Wirkung der Schwerkraft, zu der man bei Verwerfung seiner Ansicht seine Zuflucht nehmen müsse. Hätte er Noll's Arbeit [46] gekannt, so würde er sich vielleicht überzeugt haben, dass man an dem Beispiel einer Maschine sehr wohl die positive und negative Geotaxis würde plausibel machen können.

Einen ausgesprochenen positiven Geotropismus besitzen ferner die Luftwurzeln tropischer Aroïdeen (Philodendron) und die Säulenwurzeln der indischen Feigenbäume, welche anfangs seilartig wie Luftwurzeln von den Seitenästen der Bäume herabhängen, später aber eine beträchtliche Dicke erreichen. Befestigt man eine von diesen strickartigen Säulenwurzeln in horizontaler Lage, so bemerkt man in feuchten Klimaten bereits am anderen Tage, dass die Spitze ihre ursprüngliche Wachstumsrichtung senkrecht nach unten wieder eingeschlagen hat.

An unsrer Keimpflanze, welche wir oben zum Ausschluss heliotropischer Krümmungen in einen dunklen Raum gelegt hatten, sieht man außerdem, wie sich im Gegensatz zur Wurzel der Stengel so lange nach aufwärts krümmt, bis er seine ursprüngliche senkrechte Stellung wieder erlangt hat.

Während also die Hauptwurzeln der Pflanzen positiv geotropisch sind, weisen die aufrecht wachsenden Hauptsprosse negativen Geotropismus auf.

Sollte jemand durch den bloßen Ausschluss anderer richtender Kräfte noch nicht überzeugt sein, dass die senkrechte Aufwärts- und Abwärtskrümmung der Hauptsprosse und -Wurzeln durch den Reiz der Schwerkraft veranlasst wird, so mag er eine Keimpflanze an der horizontalen Axe eines sich langsam drehenden Klinostaten in beliebiger Orientierung befestigen und er wird sehen, dass Sprosse und Wurzel in der erhaltenen Richtung weiter wachsen. Da durch die fortwährende Drehung immer andere Pflanzenteile der Wirkung der Schwerkraft ausgesetzt werden, und zu dem Zustandekommen der Krümmungen stets einige Zeit erforderlich ist, so kann keine Krümmung der Wachstumsrichtung durch die Schwere ausgelöst werden.

Neben den positiv und negativ geotropischen Organen gibt es aber auch noch solche, welche mit der Richtung der Schwerkraft einen annähernd konstanten Winkel bilden, den sie immer wieder zu bilden suchen, wenn sie durch einen künstlichen Eingriff in eine abnorme Lage gebracht werden. Man nennt derartige Organe dia- oder transversalgeotropische. Ein ausgezeichnetes Beispiel hierfür sind nach Sachs die Nebenwurzeln erster Ordnung von *Vicia faba*. Drehte derselbe den Kasten, in welchem die Keimpflanze wuchs, so um, dass die Spitze der Hauptwurzel nach oben gekehrt war, so krümmte sich dieselbe an ihrer Spitze vertikal abwärts, während die Nebenwurzeln schief nach unten weiter wuchsen und zwar so, dass sie mit der Richtung der Schwerkraft ungefähr denselben Winkel bildeten, den sie vor der Umkehrung gebildet hatten.

Transversalgeotropisch sind ferner die horizontal in der Erde hinkriechenden Rhizome, z. B. die von *Heleocharis palustris*, *Sparganium ramosum* und *Scirpus maritimus*. Bringt man ein Rhizom dieser Pflanzen

bei Lichtabschluss in eine aborme Lage, so krümmen sie sich so lange, bis die horizontale Lage wieder hergestellt ist (Elfving [12]).

Von oberirdischen Organen sind die Seitenäste der vertikalen Coniferenstämme diageotropisch. Auch sie krümmen sich in ihre gewöhnliche Lage zurück, wenn man sie in eine abnorme Stellung bringt. Unter den Laubbäumen sind ebenfalls diageotropische Seitensprosse verbreitet; hier sei nur an die Seitenäste erster Ordnung des weißen Baumwollenbaumes (white cotton-tree), *Eriodendron attractuosum*, dessen senkrecht vom vertikalen Hauptstamm abstehende, ziemlich weit von einander entfernte Aeste dem Baum einen eigenartigen Habitus verleihen. Von den Kryptogamen seien nur die von Sachs [60] erwähnten Hüte der Hymenomyceten wegen ihres ausgesprochenen Transversalgeotropismus erwähnt.

Bei festsitzenden Tieren ist der Einfluss der Schwerkraft auf die Wachstumsrichtung von Loeb und Driesch nachgewiesen worden. Ersterer [36, II] wies nämlich in überzeugender Weise nach, dass der Hauptstamm von *Antennularia antennina* negativ, die Stolonen dagegen positiv geotropisch sind. Driesch [9] machte seine Beobachtungen an einer höchst spärlich verästelten, bei Nisida (Golf von Neapel) gefischten, namenlosen *Sertularella*-Form. Dieselbe produzierte gleich der von Driesch in Plymouth untersuchten *Sertularella polyzonias*[1]) im Aquarium an Stelle von Polypen Stolonen, von denen sich diejenigen erster Ordnung inbezug auf Licht und Schwerkraft richtungslos verhielten — wenn sich schon im Laufe des Wachsens meist eine Tendenz zu horizontaler Lage geltend machte —, während sämtliche Tochterstolonen an der nach oben gewandten Seite der Primärstolonen entstanden und einen typischen negativen Geotropismus aufwiesen. „Durch wiederholtes Umlegen des Stockes können die Stolonen zu Wendungen veranlasst werden, die sich, da stets nur ein kleiner Bezirk wächst und nur dieser geotropisch ist, dauernd fixieren".

(Fortsetzung folgt.)

Die Formenphilosophie von Hans Driesch und das Wesen des Organismus.

Von **Wilhelm Haacke.**

(Fortsetzung statt Schluss.)

Nachdem Driesch sich bemüht hat, nachzuweisen, dass das Formenproblem nicht isoliert dastehe, fragt er: „Wie kommt es aber, dass Physik und biologische Morphologie bei dieser Uebereinstimmung doch gar so verschieden in ihrem Wesen sind? In der Physik ist das Naturgesetz mühsam zu ermitteln, gestattet dann aber Deduktionen

1) Die Stolonen dieser Form zeigten sich im Gegensatz zur Neapler Art ausgesprochen heliotropisch. Siehe oben S. 662.

in weitem Maß; dagegen ist uns die Grundthatsache des Formbildungsprozesses unmittelbar gegeben", und ferner: „Wenn ich sage: ‚Dieser Körper ist elektrisch' oder ‚dieser Körper ist warm', auch ‚dieser Körper ist flüssig', so drücke ich dadurch Eigenschaften desselben aus; ebenso wenn ich sage: ‚dieser Körper hat eine bestimmte Form'. Im ersten Fall ist die Eigenschaft eine bestimmte Fähigkeit, auf andere Körper zu wirken, im zweiten bezeichnet sie einen bestimmten Zustand; bezüglich der Wirkung kann ich nun fragen: ‚nach welchem Gesetz wird gewirkt' und baue dann die quantitative Theorie der Naturkraft aus; bezüglich des Zustandes kann ich entsprechend nur fragen: ‚wie ist er', d. h. ich kann ihn bloß beschreiben". „Wenn ich ferner sage: ‚dieser Körper ist elektrisch', so genügt das, um aus der Theorie seine Wirkungsweise auf andere Körper wenigstens im Prinzip quantitativ darzustellen, ohne dass ich weiß, wieviel Elektrizität er enthalte; aber zu sagen: ‚dieser Körper hat Form', ist ein Unding, womit gar nichts gesagt ist, als dass er einen bestimmten Raum einnehme, was ich a priori weiß". Eine bestimmte Form entspricht nach Driesch einem Naturgesetz, und daraus soll sich ein Gegensatz zwischen Physik — Driesch hätte lieber sagen sollen Mechanik — und Morphologie ergeben. „Physik", sagt Driesch, „ist Lehre des Wirkens in quantitativer Hinsicht, der Bewegung, der Energie. Als solche nennt sie sich von ihrer allgemeinsten Unterabteilung her Mechanik, Mechanismus (neuerdings Energetik). Da aber Morphologie, sofern sie wenigstens auf das Verschiedene und Spezifische an den Formen Rücksicht nimmt, durchaus keinen quantitativen Charakter hat und nicht von Wirkungen, sondern von Ordnung handelt, so ist sie eben kein Mechanismus". Hiermit glaubt Driesch die von der neueren Biologie gehegte Ueberzeugung, dass die Formen mechanistisch zu erklären seien, endgiltig widerlegt zu haben. Sehen wir zu, ob er Recht hat!

Der Beweis, welchen Driesch erbracht zu haben glaubt, ist deshalb hinfällig, weil er von falschen Voraussetzungen ausgeht.

Die Behauptung, dass die Formen keinen quantitativen Charakter hätten, ist durchaus unbegründet. Die Zahl spielt eine hervorragende Rolle, wo es sich um die Unterschiede der Formen handelt: Ein Dreieck ist kein Viereck! Und in derselben Weise, wie sich die Polygone durch die Anzahl ihrer Ecken unterscheiden, unterscheiden sich die Tiere und Pflanzen zum großen Teil durch die Anzahl der Zellen, aus denen sie bestehen. Nehmen wir einmal an, die Zellen seien kugelförmige Gebilde, so hätten wir in einem einzelligen Organismus eben weiter nichts als eine Kugel vor uns. Auch in einem zweizelligen Organismus würden wir nur zwei einander berührende und zum Teil miteinander verschmolzene Kugeln haben. Sobald aber der Organismus dreizellig wird, ist dadurch die Möglichkeit einer großen Formenmannigfaltigkeit gegeben. Die drei Kugeln können so zu einander liegen,

dass ihre Mittelpunkte in eine grade Linie zu liegen kommen; sie können sich aber auch in den Ecken etwa eines gleichschenkligen Dreiecks befinden, oder so angeordnet sein, dass die Verbindungslinien ihrer Mittelpunkte einen rechten oder einen stumpfen Winkel miteinander bilden. Eine noch weit größere Formenmannigfaltigkeit wird aber durch vier-, fünf- und sechszellige Organismen bedingt, kurz, mit der Zunahme der Anzahl der Zellen nimmt auch die Anzahl der möglichen Formen zu.

Wir haben eben zu bedenken, dass der Organismus etwas Gegliedertes ist, und dass der Charakter der Gliederung sehr wesentlich von der Anzahl der Glieder beeinflusst wird.

Wenden wir uns nun vom Organismus zum chemischen Molekül, so ersehen wir aus den einschlägigen Thatsachen, dass die Eigentümlichkeiten der chemischen Verbindungen im höchsten Grade von der Anzahl der Atome in ihren Molekülen abhängen. Das Molekül des Kohlenoxydgases, das nur ein Atom Sauerstoff hat, ist anders beschaffen als das der Kohlensäure, in welchem mit dem Kohlenstoffatom zwei Atome Sauerstoff verbunden sind. Hier hängt also der Charakter der Verbindung direkt von der Anzahl der Sauerstoffatome ab, von der Quantität des Sauerstoffs, die sich mit dem Kohlenstoff verbunden hat; und wenn wir auch nie aus dem Auge verlieren dürfen, dass es chemische Verbindungen gibt, in welchen dieselben Elemente durch dieselbe Anzahl von Atomen vertreten sind, wie in anderen, qualitativ von ihnen verschiedenen Verbindungen, wenn wir also auch wissen, dass die Qualität der chemischen Verbindungen nicht allein von der Anzahl der verschiedenen Atome sondern auch von der Art und Weise ihrer Gruppierung abhängt, so kann doch ebensowenig bestritten werden, dass die Anzahl der Atome ebenso wichtig ist, wie die Gruppierung, und zwar deshalb, weil eine größere Anzahl von Atomen eine mannigfachere Gruppierung zulässt. Wir brauchen dabei nur an die Kohlenstoffverbindungen zu denken.

Der Satz, in welchen Driesch das Hauptergebnis seiner Untersuchungen zusammenfasst, ist deshalb falsch. Dieser Satz lautet: „Dem Mechanismus steht die Tektonik, oder allgemeiner (die Chemie mit einschließend) die Qualität coordiniert zur Seite".

Dieses Ergebnis ist schon deshalb gänzlich hinfällig, weil Tektonik nur durch Mechanismus zu stande kommt. Die Formen sind Gleichgewichtszustände, und sie können durch mechanische Eingriffe geändert werden.

Die Mechanik zerfällt bekanntlich in Statik und Dynamik, in die Lehre vom Gleichgewicht und in die von der Bewegung. Mit Gleichgewichtszuständen der Materie hat es die Statik zu thun. Insofern es sich dabei nur um die allgemeinsten Gesetze des Gleichgewichts handelt, wie sie sich an den einfachen Maschinen, an dem Hebel, an

der Schraube, an dem Wellrad u. s. w. offenbaren, können wir von allgemeiner Statik sprechen. Im Gegensatz zu dieser allgemeinen Statik können wir die Tektonik als spezielle Statik bezeichnen. Die Tektonik hat es mit speziellen Gleichgewichtssystemen zu thun, in der Chemie mit den Molekülen, in der Mineralogie mit den Krystallen, in der Zoologie und Botanik mit den verschiedenen Individualitätsstufen der Tiere und Pflanzen. Neben der speziellen Statik steht die spezielle Dynamik, die sich mit den Bewegungszuständen, die wir an Gruppen von Naturkörpern beobachten, beschäftigt. Eine solche spezielle Dynamik ist die Astronomie. Da es sich bei der speziellen Dynamik um die Anordnung der Materie im Raum handelt, also schließlich auch um Formenverhältnisse, so können wir sie als einen Teil der Tektonik betrachten. Demnach würde die Mechanik überhaupt zerfallen in allgemeine Mechanik, die wir, wie es neuerdings üblich ist, am besten Energetik nennen, und in spezielle Mechanik oder Tektonik.

Auf mangelhafter Einsicht in das Wesen der Tektonik beruht es aber, wenn man sie in Gegensatz zur Mechanik bringt; denn es handelt sich in der Tektonik keineswegs um die Qualität der Naturkörper. Diese geht uns in den mechanistischen Wissenschaften garnichts an, eine Wahrheit, deren Giltigkeit hier zu zeigen nicht überflüssig sein wird.

Wer sich von dieser Wahrheit noch nicht überzeugt hat, wird vor allen Dingen auf die Chemie hinweisen und sagen, dass wir es in dieser Wissenschaft vor allen mit den Qualitäten der Stoffe zu thun hätten. Aber das ist ein Irrtum, wenn auch ein leicht verzeihlicher. Wenn wir etwa den Geschmack des Kochsalzes wahrnehmen, so handelt es sich dabei doch durchaus nicht um das Kochsalz selbst. Das Kochsalz erregt unsere Geschmacksnerven in bestimmter Weise, d. h. es erzeugt in ihnen noch genauer zu erforschende Prozesse unbekannter Natur, die sich von den Endigungen der Geschmacksnerven in den Schmeckbechern durch die Nerven hindurch bis zum Gehirn fortpflanzen und auch hier bestimmte mechanische Prozesse erzeugen. Mit diesen letzteren ist erst die Empfindung des Salzigen verbunden. Auf welche Weise, das wissen wir freilich nicht; aber soviel wissen wir, dass wir behaupten können, es bilde sich in dem Momente, in welchem uns die Empfindung des Salzigen zum Bewusstsein kommt, kein Kochsalz im Gehirn. Welches Gleichgewichtssystem an der Stelle des Gehirns, wo die Empfindung des Salzigen stattfindet, entsteht oder zerfällt, das wissen wir zwar nicht; dass es aber nicht grade Kochsalz ist, können wir mit Sicherheit behaupten. Wir können ferner annehmen, dass alle Empfindungen, falls es sich dabei um die Bildung oder den Zerfall von Gleichgewichtssystemen handelt, nur in dem Moment wahrgenommen werden, in welchem sich die betreffenden

Systeme bilden, beziehungsweise zerfallen, in dem Moment, wo ein Gleichgewichts- oder Bewegungszustand in einen anderen Gleichgewichts- oder Bewegungszustand übergeht.

Aus allen diesen Erwägungen geht aber zweifellos hervor, dass wir zur Zeit überhaupt noch nicht von irgend welchen Qualitäten der Stoffe und der Energiearten sprechen können. Wir wissen nicht, was im Gehirn vorgeht, wenn wir salzig oder süß schmecken, Rosenduft oder Kotgestank riechen, grün oder rot sehen, einen Flintenknall oder die Schwingungen einer Stimmgabel hören, heiß oder kalt empfinden. Es ist möglich, oder doch wenigstens denkbar, dass wir noch einmal dahin kommen werden, zu sagen: In dem Moment, wo wir die Empfindung blau haben, entsteht oder zerfällt diese oder jene Anordnung, konstituiert oder ändert sich dieses oder jenes Gleichgewichtssystem. Und wenn wir einmal so weit sein werden, dann können wir von Qualitäten sprechen, dann können wir sagen, der Bildung oder dem Zerfall dieses Gleichgewichtssystems entspricht die Empfindung grün, der jenes die Empfindung sauer; ja es ist, wenigstens im Prinzip, nicht ausgeschlossen, dass wir einmal die psychischen Vorgänge durch die ihnen entsprechenden zur Zeit noch unbekannten mechanischen Prozesse bezeichnen, sie durch dieselben Formeln wie diese Prozesse ausdrücken; aber vorderhand wissen wir über die Qualität der in der Welt stattfindenden Vorgänge nicht das allergeringste, da wir die Vorgänge, die unseren Empfindungen entsprechen, nicht kennen, da diese Vorgänge im Gehirn stattfinden und ganz andere sind als die Prozesse in der Außenwelt, durch welche erst auf weiten Umwegen die uns zum Bewusstsein kommenden Vorgänge im Gehirn veranlasst werden. Und wenn wir auch dahin gelangen sollten, einen vollständigen Parallelismus zwischen den psychischen Vorgängen und denen der Körperwelt, mit denen sie Hand in Hand gehen, festzustellen, so muss doch die Körperwelt für unsere Forschung qualitätlos bleiben, weil wir niemals den Grund einsehen werden, weshalb bestimmten Vorgängen in der Körperwelt bestimmte Empfindungen entsprechen.

Nach alledem ist es zwar ganz richtig, mit Driesch und Wigand zu sagen, dass der Charakter der Natur als Mechanismus nur eine ihrer Seiten sei; aber es ist falsch, dieser einen Seite die Tektonik als die andere Seite gegenüberzustellen. Tektonik ist spezielle Mechanik, Mechanik angewandt auf ein spezielles Gleichgewichts- oder Bewegungssystem. Tektonik hat ebensogut einen quantitativen Charakter wie die allgemeine Mechanik oder Energetik. Die Energetik handelt von den allgemeinen Gesetzen des Gleichgewichts und der Bewegung, die Tektonik von der Anwendung dieser allgemeinen Gesetze auf die vorhandenen Naturkörper. Mechanik aber sind beide.

Der Mechanik steht als zweite Hauptwissenschaft die Psychologie gegenüber; diese, und nur diese, hat es mit

den Qualitäten zu thun. Auch ein Taubgeborener kann mechanische Akustik betreiben. Was er nicht weiß, das ist, dass kurze Schallwellen die Empfindung hoher Töne, lange die tiefer Töne erzeugen; aber auch dem, der Hören kann, nützt dieses Wissen bei akustischen Studien durchaus nichts, insofern wenigstens, als die Theorie der Schallwellen in Betracht kommt.

Wir haben demnach die Wissenschaften in mechanistische und psychologische zu trennen. Die ersteren haben es lediglich mit den Gesetzen des Gleichgewichts und der Bewegung und deren Anwendung auf die Naturkörper zu thun. Dass der Zinnober rot ist, geht den Physiker nicht das allergeringste an, sondern nur, dass er nur Lichtwellen von bestimmter Wellenlänge reflektiert, die von anderen Wellenlängen aber absorbiert.

Der von Driesch versuchte Nachweis, dass Tektonik mit Qualität identisch sei, ist deshalb nur ein vermeintlich geführter, und dasselbe gilt folglich auch von dem, dass die Morphologie, die tektonische Wissenschaft, es nicht mit Mechanismus zu thun habe. Sie wie alle übrigen die Körperwelt betreffenden Wissenschaften hat sie es ausschließlich mit Mechanismus zu thun, während die Psychologie allein die Qualitäten zum Gegenstand ihrer Forschung hat [1]).

An sein vermeintliches Resultat, dass die Formen ursächlich unverständlich seien, knüpft Driesch die Frage, wie damit die Thatsache stimme, dass gewisse Agentien die Formen verändern, und die fernere, ob diese Thatsache seiner Behauptung nicht widerspräche. Diese Fragen erörtert Driesch an einem speziellen Fall, und zwar an den Versuchen von Herbst, der dem eine Anzahl Seeigeleier bergenden Seewasser geringe Mengen eines Lithiumsalzes zusetzte und dadurch die Entwicklung der Eier in völlig andere Bahnen lenkte. „Hier können wir", sagt Driesch, „mit Fug und Recht das Lithium eine Ursache der Veränderung nennen; so wäre denn also die neue Form kausal begriffen?"

Um zu zeigen, dass solches nicht der Fall sei, kommt Driesch auf seine Erörterung über „Reize" zurück und sagt: „Wohl ist das Lithium Ursache der Veränderung, aber nur eine Ursache; die zweite, für das spezifische Resultat wesentliche Ursache liegt in der Natur des betroffenen Körpers". „Es wird nicht unnütz sein", sagt Driesch weiterhin, „das Gesagte durch ein der Chemie entlehntes Beispiel zu erläutern. Wenn ich dieselbe Lithiumlösung zu einer ge-

1) Ich bin darauf gefasst, dass Driesch den philosophischen Standpunkt, der sich durch obige Erörterungen kund gibt, nicht gelten lassen wird. Für den Naturforscher ist aber die einzig mögliche Weltanschauung die, welche in naiver Weise nach dem Beispiel des gesunden Menschenverstandes die Außenwelt und nicht bloß die Empfindungen für etwas Reales hält.

schlag B entstanden; das Entstehen von B liegt doch ganz offenbar nur zur Hälfte im Lithiumsalz begründet, zur anderen in A, was sich schon daran zeigt, dass, wenn ein Stoff A' statt A verwandt worden wäre, auch nicht B, sondern ein anderer Niederschlag B' entstanden wäre". Driesch fährt dann fort, Herbst habe das Lithium geradezu als Reiz bezeichnet, der die Formenveränderung der Seeigeleier auslöse; allein das Wort Reiz im physiologischen Sinne bezeichne „das auf eigenartiger Struktur des Substrats beruhende und bei gegebener Struktur durchaus verständliche Auftreten einer spezifischen Energieart", das durch Zufuhr einer gewissen Energie ausgelöst werde. Durch ein Beispiel erläutert, würde dieser Satz besagen, dass etwa bei dem Herabfallen eines Steines mit bestimmtem Gewicht von einer bestimmten Höhe durch das Auffallen auf eine Unterlage eine bestimmte Menge von Wärme hervorgerufen oder ausgelöst werde, oder, sofern es sich um Organismen, also um physiologische Reize handelt, dass durch das Verzehren einer bestimmten Quantität von Nahrung von gegebener chemischer Zusammensetzung eine bestimmte Quantität von Wärme im Tierkörper erzeugt werde. Aber um derartige Reize handle es sich, sagt Driesch, bei den sich in lithiumhaltigem Seewasser entwickelnden Seeigeleiern nicht, denn bei ihnen würde nicht eine gewisse Energieart hervorgerufen, sondern ihre Struktur selbst würde verändert. Man solle deshalb in derartigen Fällen von „morphologischen Reizen", also von Reizen, die eine Umgestaltung auslösen, reden.

Durch diesen Gedankengang glaubt Driesch sich zu der Entscheidung berechtigt, dass die sich normaler Weise aus Seeigeleiern entwickelnden Jugendformen oder Larven und die Lithiumlarve zwei differente Naturkörper seien, und dass uns das Verständnis ihrer Existenz bei beiden gleichermaßen verschlossen sei, und zwar deshalb, weil wir nicht, wie wir es doch bei eigentlichen Reizen könnten, vorherzusagen im Stande wären, was aus Seeigeleiern durch Zusatz eines Lithiumsalzes zu dem sie bergenden Seewasser würde. Das müsse vielmehr erst durch die Erfahrung ermittelt werden. Ganz ebenso seien Wärmeentwicklung und mechanische Bewegung unter Einfluss der Schwere die Aeußerungen zweier differenter Naturkräfte, weil sich, obschon die eine (lebendige Kraft eines fallenden Gewichtes) sich in die andere (Erwärmung der Unterlage) umsetze, dieses Umwandlungsgeschehen als solches durchaus nicht begreifen ließe, sondern durch Erfahrung ermittelt werden müsse. Wir könnten nur das in Form von Wärme auftretende gleiche Energiequantum begreifen, nicht aber seine veränderte Natur. Somit stießen wir auch bei allen rein physikalischen Erscheinungen auf einen „mechanisch" nicht verständlichen Rest. Alle qualitativen Differenzen der Naturkräfte seien nicht mehr „Mechanismus"; alle Ursachen in der Natur seien deshalb in Wirklichkeit

nur causae occasionales, eine Wahrheit, die dem Philosophen seit lange geläufig sei. „Es mag", sagt Driesch im Anschluss an diese Erörterungen, „bei dieser Gelegenheit vor einem ebenso oft gehörten wie gerügten Fehler gewarnt werden: wir wissen (a priori), dass, wenn ein Stein beschleunigt fällt, eine Ursache da sein muss, die diese Veränderung bewirkt, wir erkennen empirisch als solche die Anwesenheit der Erde; wir wissen nicht, warum der Stein gerade fällt. Hierfür ist die Gravitation nicht ‚Ursache', denn ‚Gravitation' ist nichts als ein allgemeiner Begriff einer Wirkungsart, unter den auch der beobachtete Spezialfall gehört. Das Gravitationsgesetz ist aber Erkenntnisgrund des Fallens; wir verstehen auf Grund des Gesetzes, dass der Stein so oder so fällt". Driesch hält mit Recht seine Erörterungen über diese Dinge für wichtig und fast sie in folgender Weise zusammen: Er will die Begriffe vom Grunde als Kausalität und als logischer Grund scharf auseinandergehalten wissen, und sagt im Anschluss an diese Forderung: „Das fallende, aufschlagende Gewicht ist Ursache der auftretenden Wärme nur, soweit ihr Quantum (die übertragene Energiemenge) oder überhaupt insoweit das Vorsichgehen irgend einer Veränderung in Betracht kommt. Es ist nicht Ursache für das Auftreten gerade von Wärme. Letzteres sehen wir als Ausdruck einer den Körpern inhärierenden Fähigkeit an, womit nur gesagt wird, dass es diese Thatsache eben giebt. ‚Wärme' ist das ursachlos als Naturkraft existierende Naturgesetz, welches aber jedesmal durch eine Causa realisiert wird. Das Lithium ist Ursache dafür, dass sich die Entwicklung des Seeigeleies überhaupt verändert; nicht Ursache dafür, dass sie in dieser bestimmten Weise verändert wird. Da letzteres aber für die Betrachtung das Wesentliche ist, so dürfen wir die umgewandelte Form doch in gewisser Hinsicht ursachlos nennen, obschon eine Causa ihre Existenz vermittelte. Sie ist ursachlos, da sich der Effekt des anorganischen Agens nicht vorhersagen ließ, sondern empirisch ermittelt werden musste. Aus diesem Grund ist die ‚Lithiumlarve' in der That eine neue spezifische Form. Die Lithiumlarve ist die durch die Wirkung des Lithiums auf das Echinidenei hervorgerufene Naturform, welche, obschon an sich betrachtet außerhalb Kausalität sowie bestimmtem Raum und Zeit stehend, doch zu ihrer jedesmaligen an bestimmten Raum und Zeit gebundenen Realisation eines Anstoßes (causa) bedarf. Nur ein anderer Ausdruck für dieselbe Sache ist es, zu sagen, das Lithium riefe im Seeigelei eine in ihm enthaltene und gewöhnlich nicht hervortretende ‚Anlage' wach. Damit wäre dem betreffenden Ei eine neue spezifische Eigenschaft, nämlich eben diese Anlage zugeschrieben, an Einsicht gewonnen wäre nichts. Da es jedenfalls aber der Charakter der fraglichen Anlageeigenschaft ist, sich nur in der fertigen Form zu äußern, so ist es wohl naturgemäßer, diese selbst als neu und spezifisch

schaften des Wassers nicht ableiten, d. h. vorhersagen; insofern sei das Wasser ein neuer spezifischer Körper. Mit der Redewendung, im Wasser würden gewisse verborgene Eigenschaften des Sauerstoffs wach, die sich nur im Beisein von Wasserstoff bethätigen könnten, wäre nichts gewonnen als ein zwar richtiger aber gekünstelter Ausdruck.

In den genannten Beispielen handelt es sich um den Satz vom Grunde als Kausalität. In dem folgenden von Driesch beigebrachten Beispiel, lernen wir den logischen Grund kennen. Der Prozess der Wärmeerregung durch das Gewicht, sagt Driesch, sei verständlich, d. h. unter allgemein Bekanntes, unter das Naturgesetz logisch subsumierbar, nur soweit Quantität in Frage komme, und das gälte von allen physikalischen Wirkungen. Wir könnten sagen, wenn das Gesetz von der Erhaltung der Kraft gelte, und das fallende Gewicht eine bestimmte lebendige Kraft, die Unterlage, auf welche das Gewicht auffällt, eine bestimmte spezifische Wärme habe, so erwärme sich die Unterlage auf eine bestimmte Temperatur; aber nicht verständlich sei dieser Prozess, soweit das Qualitative, also das Auftreten von Wärme als solcher, die Existenz der Energieart Wärme in Frage komme. Im Gegensatz zu dem Prozess der Wärmeerregung durch ein fallendes und auf eine Unterlage aufschlagendes Gewicht, der, soweit die Quantität in Frage komme, unter das Gesetz von der Erhaltung der Kraft logisch subsumierbar, also verständlich, sei, sei die Wirkung des zu Seeigeleier bergenden Seewassers gesetzten Lithiumsalzes, die sich in einer Gestaltveränderung der aus den Eiern entstehenden Larven kund gebe, durchaus unverständlich, d. h. unter nichts subsumierbar, da ihr nichts quantitatives anhafte. Dieser Unterschied sei darin begründet, dass das durch die causa realisierte Naturgesetz in einem Falle eine Naturkraft sei, die eine quantitative Bestimmung ihrer Größe nötig mache, im anderen Falle aber ein geordneter Formenprozess. Im ersteren Falle handele es sich um einen Mechanismus, im letzteren dagegen nicht.

Wir haben diese Erörterungen von Driesch deshalb so eingehend angeführt, weil sie die eigentümlichen Anschauungen dieses Forschers genau wiedergeben und uns Gelegenheit bieten, unsere eigne Auffassung des Formenbildungsprozesses darzulegen.

Der Fehler, welchen Driesch begangen hat, liegt darin, dass er eine falsche Auffassung von der Qualität hat. Er verlegt die Qualität in die Stoffe und Naturkörper selbst hinein, während es sich doch bei der Qualität, die wir kennen, lediglich um Begleiterscheinungen von irgend welchen mechanischen Prozessen in unserem Gehirne handelt. Diese haben je nach ihrer Eigentümlichkeit bestimmte Qualitäten und zwar so, dass wir bei einem gewissen Prozess die Empfindung blau, bei einem zweiten die von sauer, bei einem dritten die von angenehm, bei einem vierten

die von unangenehm haben. Wir begehen also einen Fehler, wenn wir sagen: der Indigo ist blau, der Essig ist sauer, der Sonnenschein ist angenehm, der Wind ist unangenehm. Es handelt sich dabei weder um Eigenschaften des Indigo, noch um solche des Essigs, oder um Qualitäten des Sonnenscheins und des Windes, sondern lediglich um Begleiterscheinungen oder, wenn wir wollen, Qualitäten von uns noch nicht bekannten Prozessen, die sich in unserem Gehirn abspielen. Da wir aber nicht wissen, warum die letzteren von bestimmten Empfindungen begleitet sind, und es auch niemals wissen werden, so ist die außer uns liegende Formenwelt durchaus qualitätlos. Es kann sich nur darum handeln, die Veränderungen, die in dieser Formenwelt vor sich gehen, als Veränderungen in der Konstellation von Uratomen zu begreifen. Diese freilich, und diese allein, haben für die Mechanik einen gegebenen Charakter, und ihre Bewegungen erfolgen nach bestimmten Gesetzen; aber auf diese Uratome und ihren gegebenen Charakter, sowie auf die Gesetze ihres Gleichgewichts und ihrer Bewegung als das Letzte zu kommen, muss die Wissenschaft trachten.

Es ist die Aufgabe der Wissenschaft, sämtliche Naturkräfte auf Bewegungen zurückzuführen, und sämtliche Stoffe als bestimmte Gleichgewichtszustände der Urmaterie nachzuweisen, und endlich, zu zeigen, warum aus der Konstellation der Uratome, die in einem bestimmten Momente, innerhalb eines bestimmten Raumes gegeben ist, die im nächsten Moment stattfindende Konstellation hervorgeht. Es sind demnach sowohl die Naturkräfte als auch die Formen der Elementatome, Molekülе, Krystalle und Organismen zu begreifen, d. h. logisch zurückzuführen auf die gegebenen Eigenschaften, die wir dermaleinst den Uratomen zuschreiben werden, und auf die Gesetze, nach welchen sich diese Uratome bewegen und das Gleichgewicht halten.

Es ist erklärlich, dass der Irrtum, in welchen Driesch verfallen ist, dass nämlich die organischen Formen unbegreiflich seien, Driesch nicht zu einer gerechten Würdigung der Abstammungslehre gelangen lässt. Wir können uns zwar seinem Ausspruch anschließen, dass der Kern der Abstammungslehre in der Umwandlungsfähigkeit der Formen und nicht in der geschichtlichen Aufeinanderfolge der letzteren bestehe; aber was Driesch weiter über die Abstammungslehre sagt, beruht auf unzulänglicher Einsicht in das Wesen der organischen Formbildung. Es könne uns durchaus gleichgiltig sein, meint Driesch, dass hier diese und dort jene Formen auf unserer Erde realisiert seien, und dass diese so und jene so aufeinander folgten, und zwar durchaus gleichgiltig im Sinne der theoretischen allgemeinen Naturforschung, welcher der sich an bestimmte Orte und Zeiten knüpfende Begriff der Geschichte fremd sei. Die Formen selbst nach ihren Eigenschaften

und nach ihrer Realisationsmöglichkeit, worauf ja die Umwandlung beruhe, seien allein Objekte der exakten Wissenschaft.

Diese Behauptung sucht Driesch durch einen abermaligen Vergleich mit chemischen Prozessen zu begründen: Wenn es eine Zeit auf der Erde gegeben habe, in der die Temperatur weit höher war als jetzt, so konnten manche chemische Verbindungen damals nicht existieren. Sie sind deshalb, wie Driesch sich ausdrückt, historisch entstanden; wir könnten, sagt dieser, ruhig sagen, dass sie von anderen Stoffen abstammten, wenn auch nicht auf dem Wege der Fortpflanzung. Aber dem Chemiker fiele es deshalb doch nicht ein, in einer solchen historischen Betrachtung irgend etwas Bedeutsames zu sehen; es sei ihm völlig gleichgiltig, dass sich nun grade diese und nicht andere Verbindungen auf der Erde fänden, denn ihn interessierten nicht die zufällig vorkommenden Stoffe, sondern das Gesetz der Stoffe, die Stoffe und ihre Eigenschaften unabhängig von bestimmtem Ort und bestimmter Zeit. Was aber für die Stoffe gälte, gälte auch für die Formen, und es sei ganz gleichgiltig, ob ihre Realisationsmöglichkeit auf der Erde nur zu einer bestimmten Zeit gegeben war, ob sich etwa nur einmal Krebse aus gegliederten Würmern bilden konnten, weil sie nämlich diese zur Voraussetzung hatten, wie gewisse chemische Verbindungen andere, oder nicht. Nicht die auf der Erde stattgefundene Thatsache der Umwandlung eines Gliederwurms in einen Krebs habe für den Forscher Wert, sondern die allgemeine Naturthatsache, dass es Gliederwürmer gäbe, dass es Krebse gäbe, und dass zwischen beiden eine gewisse vermittelte Beziehung bestände.

Der Unterschied, auf welchen Driesch hier aufmerksam gemacht hat, ist nach ihm von großer prinzipieller Bedeutung. Ein anderer Umstand müsse, sagt Driesch, neben jenem Unterschied, wenigstens für die nicht denkenden Leser, gleichfalls scharf hervorgehoben werden: Würden Umwandlungsursachen und Umwandlungsweisen auf Grund des Experiments in allgemeinerem Umfang bekannt sein, würden wir ferner in das Wesen der Vererbung und der Entwicklungsmechanik einen Einblick haben, so könnte sich wohl zuletzt eine Stammesgeschichte als Nebenresultat ergeben, und zwar könnten die biologischen Disziplinen der Zukunft, die sich mit der Umwandlung der Formen, mit der Vererbung und mit der Entwicklungsmechanik zu befassen hätten, stammesgeschichtlichen Hypothesen eine gewisse Wahrscheinlichkeit und auch einen gewissen Wert verleihen. Solche Hypothesen würden sich dann zu der exakten Wissenschaft von den Formen wie die Geologie zur Physik und Chemie verhalten. Aber ohne die geforderte Kenntnis einer Einsicht in das Wesen der Formbildung, der Vererbung, und der Umwandlung der Formen, könne eine Abstammungslehre nichts anderes liefern, als Ahnengallerien, und es verriete einen geradezu bedenklichen Mangel an Einsicht, wenn

der sogenannten Weltgeschichte fortwährend vermisste, dass er historische Forschungen nicht zu würdigen wüsste. Der Abstammungstheoretiker, der diesen Vorwurf ausspräche, schriebe damit geradezu das Todesurteil seiner Wissenschaft. In der Geologie hätten wir ja gerade in den chemischen und physikalischen Gesetzen das, was wir brauchten, und was wir in der Biologie eben nicht hätten; in der Weltgeschichte verträten die psychischen Gesetze die mechanischen, und jeder kenne jene an sich selbst; was aber die Himmelsgeschichte anlange, so würde die Kant-Laplace'sche Theorie von der Entstehung unseres Planetensystems allerdings den Stammbaumphantasien gleichwertig sein, wenn wir nichts von der Wirkungsweise der Centrifugalkraft, nichts vom flüssigen und gasigen Aggregatzustande, nichts von der Beziehung der Wärme zu diesem, nichts von der Schwerkraft wüssten. Was aber würde jene Theorie dann sein? fragt Driesch, und er sagt, dass trotz des auf Kenntnis des allgemeinen physikalischen Geschehens gegründeten Wertes der Kant-Laplace'schen Theorie ihre allgemeine wissenschaftliche Bedeutung nur eine relative sei und den Bestrebungen im Gebiete der reinen Physik und Mechanik weit nachstehe; denn in diesen Disziplinen handle es sich um allgemeine Gesetzlichkeit des Geschehens, in jener Theorie um einen speziellen Fall. Was nun die Wertschätzung des historischen Gebiets anlange, so könnten wir an jedem Punkt der Planeten-, Erd- und Menschengeschichte „warum" und „wie" fragen und darauf wenigstens im allgemeinen Auskunft erhalten. In der Stammesgeschichte der Organismen würden wir aber vergebens „warum" fragen. Die Frage „warum" sei ja auch illusorisch, wenn wir die Bilder der Vorfahren eines Fürsten besähen; wir müssten die zeitliche Reihenfolge der Bilder hinnehmen, und das mache derartige Bildersammlungen so langweilig. Aber die Stammesgeschichte der Organismen könne ebenfalls nichts anders liefern als Ahnengallerien, deshalb stände sie, abgesehen von dem prinzipiell geringeren Wert, der den geschichtlichen Wissenschaften gegenüber den exakten Wissenschaften zukomme, auch historisch genommen auf einer sehr tiefen Stufe. Die Stammbäume der historischen Biologie schwankten zwischen Wahrscheinlichkeiten rein äußeren Charakters, wie sie die Paläontologie und die Geographie böte, und wüster Phantasie, die sich in der Ableitung von Typen kundgäbe, hin und her. Es könne auch gar nicht anders sein, da die historische Biologie mit dem anfange, womit sie eventuell aufhören sollte.

Wir können an den letzten Satz Driesch's anknüpfen, um die Unhaltbarkeit der soeben skizzierten Ansichten Driesch's über die Bedeutung stammesgeschichtlicher Forschungen darzuthun.

Driesch ist sehr im Irrtum wenn er meint, dass die Biologie mit dem aufhören sollte womit sie anfängt, nämlich mit der Ermitt-

ung der Blutsverwandtschaft zwischen den einzelnen Gruppen der Tiere und Pflanzen. Gerade dadurch, dass wir, um Driesch's Worte zu gebrauchen, eine Ahnengallerie aufstellen, werden wir auf die Gesetze der organischen Entwicklung hingeführt. Wenn wir die Verwandtschaft zwischen zwei Organismen zu ermitteln suchen, und wenn wir beide durch eine möglichst lückenlose Reihe von Uebergangsgliedern zu verbinden trachten, wenn wir außerdem die Umstände zu ermitteln suchen, die die allmähliche Umbildung der Formen innerhalb dieser Reihe bewirkt haben, so thun wir doch nichts weiter, als dass wir einem von der Natur angestelltem Experiment auf den Grund zu kommen suchen! Auch die Arbeit des Chemikers und des Physikers sowie eines jeden, der experimentelle Forschungen betreibt, ist zunächst nichts weiter als eine historische; d. h. man lässt bestimmte Kräfte oder Stoffe, oder beide, aufeinander einwirken und beobachtet das Resultat dieser Einwirkung. Etwas anderes thut aber auch die Stammesgeschichte nicht. Wenn sich herausgestellt hat, dass eine Tierform aus einer anderen hervorgegangen ist, so sucht sie zu ermitteln, welche Umstände die Umbildung der einen Form zu der anderen bewirkt haben. Eine vollständige Stammesgeschichte bekümmert sich nicht nur um die Lebensweise der gegenwärtig lebenden Tiere und Pflanzen, um die geologische, klimatische und organische Umgebung einer Organismenart, sondern auch um die Lebensbedingungen unter welchen die den heutigen voraufgehenden Organismen gelebt haben. Es handelt sich also bei der Stammesgeschichte um die Feststellung alles dessen, was überhaupt bei dem historischen Entwicklungsprozess der Tiere und Pflanzen eine Rolle gespielt hat, also um die Ermittlung einer langen Reihenfolge von organischen Gestaltungsprozessen oder, was dasselbe ist, um die Verfolgung der gewaltigen Formbildungsexperimente, welche die Natur auf unserer Erde angestellt hat. Dass die Natur zu ihren Experimenten längerer Zeiträume bedarf, als die Physik und Chemie, lässt sich nun einmal nicht ändern, aber ein prinzipieller Unterschied wird dadurch nicht bedingt.

Wie wenig Driesch in das Wesen der historischen Forschung eingedrungen ist, zeigen seine Bemerkungen über die Ahnengallerien fürstlicher Schlösser. Hätten wir von einem Menschen sämtliche Vorfahren bis zur 10. Generation beisammen, kennten wir genau die 2 Vorfahren der ersten, die 4 der zweiten, die 8 der dritten, die 16 der vierten, die 32 der fünften, die 64 der sechsten, die 128 der siebenten, die 256 der achten, die 512 der neunten und die 1024 der zehnten nach rückwärts liegenden Generation von irgend einem menschlichen Individuum, so würden wir daraus außerordentlich wichtige Schlüsse über die gegenseitige Beeinflussung verschiedener Formen, die durch die geschlechtliche Fortpflanzung ermöglicht wird, ziehen können. Wer derartige Experimente an Tieren ausgeführt hat, weiß, dass er durch

gültigen Resultaten gelangen kann. Derartige Ahnengalerien sind doch nicht so langweilig, wie Driesch meint, und wenn sie es auch wären, so sind sie ebensosehr die notwendige Voraussetzung jeder auf das Wesen der Formbildung gerichteten Forschung, wie das chemische Experiment Voraussetzung der Forschung nach dem Wesen der Stoffe ist. Wenn den Chemiker, wie wir ja zugeben müssen, nicht die zufällig vorkommenden Stoffe, sondern wenn ihn das Gesetz der Stoffe interessiert, so interessiert den Morphologen das Gesetz der Formen, und dieses kann er nur aus Formenreihen erschließen, und zwar deshalb weil die Organismenformen, wie wir gesehen haben, eine weitergehende Gliederung haben als die chemischen Stoffe. Die Atome der chemischen Elemente gliedern sich in Uratome, die Moleküle der Stoffe in Elementatome, die Organismen gliedern sich aber in Plasmaelemente, Zellen, Organe und höhere organische Individualitäten, und wenn wir über das Wesen dieser etwas wissen wollen, so müssen wir sie unter sich vergleichen. Wenn wir aber die Umwandlung der Formen studieren wollen, so müssen wir Umwandlungsreihen kennen. Wir kennen in der That eine große Anzahl solcher Umwandlungsreihen, und diese zeigen uns, dass das Wachstum der organischen Formen ein gesetzmäßiges ist, sie zeigen uns auch, in welcher Weise der Gebrauch und Nichtgebrauch der Organe, sowie die Umgebung auf die Formenbildung einwirken. Wir sehen z. B., dass Zehen, die nicht gebraucht werden, allmählich immer kleiner werden und endlich verschwinden, und dass die Formen zwar nicht ausschließlich, aber doch in hohem Grade von den äußeren Umständen abhängen unter denen sie vorkommen. Wenn eine Zehe etwa nicht mehr gebraucht wird, so verschwindet sie nicht plötzlich, sondern erst nach einer langen Reihe von Generationen; das lehren uns die Formenreihen, welche wir inbezug auf die Ausbildung der Zehen bei den Wirbeltieren aufstellen können, und diese Formenreihen zeigen uns, dass sich die Umbildung der Formen nur auf dem Wege historischer Forschung völlig begreifen lässt, und dass es nicht bloß darauf ankommt die Plasmareaktionen zu untersuchen, die sich infolge von äußeren Beeinflussungen an Organismenformen vollziehen.

Um ein Organ in voller Ausbildung zu erhalten, ist der stete Gebrauch oder „Reiz“, um dieses nichtssagende Wort anzuwenden, notwendig. Hört aber der Reiz auf, so reagiert der betreffende Organismus nicht gleich dadurch, dass er das Organ völlig verschwinden lässt; sondern dessen Rückbildung findet nur sehr allmählich statt. Auch Organe, die seit vielen Jahrtausenden nicht mehr notwendig sind, sind heute noch mehr oder minder vollkommen ausgebildet, weil eben Zeit zu ihrem Verschwinden notwendig ist, und weil sich innerhalb jeder Generation nur eine geringe Rückbildung vollziehen kann. Das völlige

historischen Forschung zu begreifen und zwar einer Forschung, die allerdings nicht bloß „Ahnengallerien“ aufstellt, sondern die Umstände zu ermitteln sucht, unter denen die Ahnen der heutigen Organismen gelebt haben. Die stammesgeschichtliche Forschung darf von dieser Ermittlung nicht absehen, und sie thut es auch nicht, sofern sie ihre Aufgabe begriffen hat. Wenn es dennoch hier und da, und vielleicht sogar meistens, geschieht, so ist das nicht die Schuld der historischen Organismenkunde, sondern die ihrer Vertreter.

Nach alledem ist es durchaus nicht gleichgiltig, ob eine Tierform hier oder da auf der Erde entsteht, sondern wir müssen genau wissen, unter welchen Umständen, zu welcher Zeit und an welchem Ort sie entsteht, um daraus unsere Schlüsse ziehen zu können. Die Ansicht aber, dass wir die Stammesgeschichte dennoch nicht mit der Geologie vergleichen dürften, weil die Geologie in den physikalischen und chemischen Gesetzen das hätte, was sie zur Erklärung der historischen Vorgänge gebrauche, ist deshalb hinfällig, weil die Geologie mit den chemischen und physikalischen Gesetzen an und für sich nicht das allergeringste anfangen kann, sondern immer die Kombinationen von Wirkungen, die zur Bildung einer Erdschicht geführt haben, kennen muss, um die historische Entwicklung dieser Erdschicht zu verstehen. Ganz ebenso ist es aber auch in der Biologie, wie wir zur Genüge gesehen haben. Auch hier handelt es sich um Kombinationen, oder besser um Gliederungen von mechanischen Prozessen. Aus alledem geht aber hervor, dass die Ermittlung dieser Prozesse Dasjenige ist, womit die Biologie anfangen muss. Die darauf gerichtete Forschung aber ist eine historische. Die notwendige Voraussetzung einer Wissenschaft, die das Wesen der organischen Formbildung zum Gegenstande hat, ist also die Abstammungslehre.

Historisch ist aber auch die Forschung, welche die Keimesgeschichte als erste Aufgabe betreiben muss. Driesch hat zwar darin ganz recht, dass man eine tierische oder pflanzliche Form noch nicht verstanden habe, wenn man ihre Keimesgeschichte kenne, dass die letztere nur die Thatsachen vollständig kennen lehre, uns aber über die Thatsachen, sofern sie Problem seien, nichts aussage, und dass eine Analyse normaler oder abnormer keimesgeschichtlicher Vorgänge immer darauf hinausgehe, die nächsten Ursachen der sichtbar vorliegenden Vorgänge zu ermitteln und diese soweit zurückverfolgen, wie es anginge: er irrt aber, wenn er meint, dass man dadurch nie zu einer Einschränkung der Zahl der von einander unabhängigen Wachstumserscheinungen gelange. Er verfällt hiebei in den Irrtum der Präformisten, die jedes Organ im Keime vorgebildet sein lassen, also in der That von einander unabhängige keimesgeschichtliche Prozesse annehmen. Wir wissen aber sicher, dass dergleichen Prozesse nicht

existieren können, und haben jedenfalls die Berechtigung, von der Annahme auszugehen, dass eine Zurückführung der keimesgeschichtlichen Vorgänge auf den Bau der Eizelle zu einer Einschränkung der Anzahl der Wachstumsprozesse, die wir in späteren Entwicklungsstadien des Keimes unterscheiden können, führen muss. Es ist deshalb nur eine epigenetische Entwicklungstheorie möglich; das bedeutet aber, dass die Wachstumserscheinungen, die wir an dem sich entwickelnden Keime beobachten, nur scheinbar voneinander unabhängig sind, und dass sie sich alle zurückführen lassen auf Gleichgewichtsverhältnisse in der Eizelle. Diese Letztere stellt ein Gleichgewichtssystem dar, und deshalb können die einzelnen Wachstumsprozesse, die sich später im Keime vollziehen, gar nicht unabhängig von einander sein, denn sie hängen alle von der Anordnung der Plasmaelemente in der Eizelle ab.

Dass Driesch sehr im Irrtum ist, wenn er das Wesen der spezifischen Formbildung in einer Kombination von einander unabhängigen Wachstumserscheinungen erblickt, haben wir bereits gesehen; hier ist aber der Ort, zu betonen, dass Driesch nicht in diesen Irrtum verfallen sein würde, wenn er sich nicht geflissentlich gegen eine gerechte Würdigung historischer Forschung verschlösse. Wenn wir den keimesgeschichtlichen Entwicklungsprozess eines Organismus als einen historischen Prozess betrachten, so gelangen wir notwendiger Weise zu einer Reduktion der am entwickelten Organismus unterscheidbaren Vorgänge. Dass eine Eizelle, wie Weismann glaubt, alle Organe durch Determinanten vorgebildet enthielte, ist eben eine unmögliche Annahme. Wir dürfen auch, wenn wir keimesgeschichtliche Studien treiben, den sich entwickelnden Keim nicht aus seiner Umgebung herausreißen; wir verstehen die ontogenetischen Prozesse nur dann, wenn wir den Keim als Glied einer Lebensgemeinde betrachten, sei es, dass er sich im Inneren des mütterlichen oder des väterlichen Körpers, oder in einer Umhüllung durch Eischalen oder dergleichen, oder auch frei entwickelt. Wenn Larven von Tritonen daran verhindert werden, das Wasser zu verlassen, so können sie zeitlebens ihre Kiemen behalten. Es müssen also immer die äußeren Lebensbedingungen mitwirken, wenn aus einem Keim wieder das werden soll, was seine Eltern gewesen sind. Diese Erkenntnis gewinnen wir aber nur auf dem Wege historischer keimesgeschichtlicher Forschung, ganz ebenso, wie wir die stammesgeschichtliche Umbildung nur verstehen, wenn wir das Tier nicht aus seiner Umgebung herausreißen. Geschichtliche Forschung ist also die notwendige Voraussetzung aller biologischen Untersuchungen, die das Wesen der organischen Formen zum Gegenstand haben.

(Schluss folgt.)

Zur Frage der Knospung der Hydroiden.

Von Dr. **Albert Lang.**

Im Februar dieses Jahres erschien in dieser Zeitschrift eine Untersuchung über die Knospung bei mehrschichtigen Tieren, insbesondere bei Hydroiden von Herrn F. Braem[1]) in Breslau, in welcher die Resultate meiner Arbeit: „Ueber die Knospung der *Hydra* und einiger Hydropolypen" für unrichtig und die daraus gezogenen Folgerungen für hinfällig erklärt werden.

Die Publikation von Braem ist nicht geeignet, meine Auffassung von der Hydroidenknospung zu widerlegen. Herr Br. hat mit dem größten Eifer meine Beobachtungen angezweifelt und bestritten, trotzdem kann ich seinen Auffassungen keine weitere Bedeutung beilegen; es kommt eben in dieser Frage nicht auf beredte Diskussion, sondern auf sorgfältige Beobachtung an. Ich habe aber aus der Darstellung des Herrn Br. keineswegs die Ueberzeugung gewonnen, dass er eingehender untersucht habe als ich. Ich halte daher meine Ansicht fest und hoffe dieselbe durch weitere Untersuchung anderer verwandter und fernerstehender Cölenteraten in nächster Zeit unterstützen zu können.

Herr Br. unterschiebt mir von vorneherein die Absicht, dass ich aus theoretischen Gründen die „Unzulänglichkeit der früheren Forschungen und die Haltlosigkeit der Ansichten der älteren Autoren" hätte nachweisen wollen, um „eine alte bisher allseitig bestätigte Anschauung zu entwurzeln." Er wirft mir Voreingenommenheit vor, um meine Glaubwürdigkeit herabzusetzen. Gegen letzteren Vorwurf muss ich mich aufs entschiedenste verwahren, da ich aus sehr naheliegenden Gründen bewogen wurde den Knospungsvorgang zu studieren, nämlich deshalb, weil derselbe einer genaueren histologischen Untersuchung vermittelst der Schnittmethode noch nicht unterzogen worden war; wenigstens ist mir trotz eingehendem Studium der einschlägigen Literatur keine derartige Untersuchung zu Gesicht gekommen.

In der Einleitung zu meiner Arbeit habe ich die bedauerliche Thatsache, dass ich bloß *Eudendrium racemosum* und *E. ramosum*, *Plumularia echimulata* und *Hydra* mit Erfolg untersuchen konnte, damit begründet, dass die andern untersuchten Formen „wegen der Kleinheit der Elemente, der ungünstigen Lage der Knospen, oder auch wegen der ungenügenden Konservierung der mir vorliegenden Exemplare zur Untersuchung nicht tauglich waren." Trotz dieser doch maßgebenden Gründe macht mir Herr Br. einen Vorwurf daraus, dass ich diese Formen nicht auch untersucht habe, indem er sagt: „Die vielen andern Formen, die „keine befriedigenden Resultate er-

1) F. Braem, Ueber die Knospung mehrschichtiger Tiere, insbesondere bei Hydroiden. Biol Centralbl., 1894, S. 140—161.

gaben, haben doch auch, so zu sagen, ihre Daseinsberechtigung; auch sie wollen gehört sein" etc. etc. Das kennzeichnet so recht die Kampfweise des Herrn Br. Er unterschiebt mir, ich hätte Objekte deshalb bei Seite gelassen, weil sie widersprechende Resultate ergaben, dabei habe ich lediglich das gethan, was in solchem Fall jeder Histologe gethan hätte: ich habe die Untersuchung an denjenigen Objekten gemacht, die mir unter dem mir zugänglichen Material zur Entscheidung der Frage die günstigsten zu sein schienen. Bei der Besprechung der einzelnen Knospungsstadien bezw. meiner Abbildungen erklärt Herr Br. das in Fig. 1 dargestellte Knospungsstadium I (gekennzeichnet durch Verdickung des Ektoderms und Veränderung des Entoderms) kurzweg als eine durch die Konservierung hervorgerufene Erscheinung". Dagegen kann ich eben nur bemerken, dass ich mich natürlich, bevor ich Schlüsse aus meinen Präparaten zog, davon überzeugte, dass eine derartige Unregelmäßigkeit nicht vorhanden war. An den angrenzenden Teilen des Cönosarkrohrs war das in jedem Fall ja leicht zu kontrollieren.

Ich habe das auf dem Schnitt sich darstellende Stadium (Fig. 1) als Stadium I bezeichnet. Herr Br. erkennt ohne weiteres, dass es älter ist als mein in Fig. 2 dargestelltes Stadium II, weil in jenem die Cuticula schon aufgelöst sei, in Fig. 2 jedoch nicht. Es entgeht ihm dabei, dass die Schnitte gar nicht von derselben Species herühren (Fig. 1 *E. ramosum*, Fig. 2 *E. racemosum*).

Eine vollständige Uebereinstimmung in diesem übrigens ziemlich nebensächlichen Verhalten der Cuticula — sie ist ja bei beiden verschieden dick — kann man am Ende von verschiedenen Formen nicht verlangen. Auch ist in meiner Fig. 2 die Stützlamelle nicht, wie Br. sagt, nur schüchtern, teilweise gar nicht markiert, sondern sie wurde eben nach dem Bild, das der Zeichenapparat entwarf, gezeichnet, nicht markiert. Bei der Untersuchung war für die Auffassung der Entodermbildung vor allem maßgebend, dass die Einwanderung der Ektodermzellen nur daraus erkannt werden konnte, dass solche auf oder in der Stützlamelle gesehen wurden (vergl. Fig. 2, 3 u. 4, Fig. 11 u. 12). Herrn Braem fiel das bloß in Fig. 3 auf, „leider an einer Stelle, — wie er sagt — wo an Knospenbildung auch nicht von ferne zu denken ist." Dieser Einwand ist hinfällig, denn gerade bei *Eudendrium* sieht man recht deutlich, dass sich die Ektodermverdickung im allgemeinen auf etwa $^3/_4$ des Querschnitts des Cönosarkrohrs erstreckt. Man muss eben annehmen, dass das ganze Zellmaterial später beim Hervorwölben der Knospe zur Vergrößerung der Oberfläche verwandt wird. Herr Braem glaubt bei der ganzen Besprechung der Figuren voraussetzen zu dürfen, dass bei dem Studium der Präparate auch nicht den elementarsten Vorsichtsmaßregeln Rechnung getragen wurde und dass mit den primitivsten Mitteln gear-

beitet wurde; sonst könnte er beispielsweise nicht auf den Gedanken kommen, ich hätte nur mit den Vergrößerungen gearbeitet, in welchen meine Figuren ausgeführt sind. Sollte es für Herrn Braem so ganz unfasslich sein, dass man es bei einer histologischen Untersuchung manchmal für zweckdienlicher halten kann, das Bild nicht so zu zeichnen, wie man sie bei der stärksten Vergrößerung gesehen hat?! Bei dieser geringen Taxierung meiner Beobachtung verlangt Herr Br. anderseits wieder Unmögliches. So findet er, wo es sich um die Einwanderung der Ektodermzellen handelt, dass ich dieselbe nicht „gezeigt" habe. Nun habe ich des öfteren gesagt, dass die Zellen einzeln, nicht schaarenweise einwandern; ist dem so, so kann der Vorgang natürlich nur aus der Lage der einzelnen Zellen und der Veränderung der Stützlamelle geschlossen und erkannt werden.

Ich habe darauf Gewicht gelegt, dass das Knospen-Ektoderm bei *Hydra* zum größten Teil aus den indifferenten Zellen des Ektoderms hervorgehe. Nur Br. hat das scheinbar missverstanden und schreibt: „Und wenn durch Wucherung des älteren Ektodermgewebes Zellen mit kleinen Kernen entstehen konnten, wie Lang selber annimmt, warum nicht ebenso gut durch Teilung des Entoderms." Das habe ich durchaus nicht angenommen, sondern habe nur in den indifferenten Zellen, die ihren embryonalen Charakter bewahrt haben, das praedestinierte Material zum Aufbau der Knospe erblickt. Damit ist durchaus nicht gesagt, dass die differenzierten älteren Ekto- und Entodermzellen sich überhaupt nicht mehr teilen könnten.

Fig. 5 meiner Abbildungen stellt einen Schnitt vor, der nicht ganz normal zur Stützlamelle geführt ist, daraus folgert Br., dass sich deshalb die Zellschichten des Schnittes übereinander lagern und somit die Blätter gegenseitig nicht scharf abgegrenzt wären. Ich dächte, gerade die von der Fläche gesehene Stützlamelle müsste breiter erscheinen (natürlich bei ein und derselben Einstellung des Tubus); dann ist aber das gezeichnete Bild nur durch die Annahme einer teilweise aufgelösten Stützlamelle zu interpretieren.

Bei der Knospung der *Hydra* beobachtet Herr Br. ganz entgegengesetzte Verhältnisse wie ich.

Er findet, „dass schon auf den frühesten Stadien der Knospenbildung das Entoderm ganz ebenso Spuren einer lebhafteren Thätigkeit zeigt wie das Ektoderm". Ich konnte, wie meine Fig. 10 zeigt, konstatieren, dass das Ektoderm resp. die indifferenten Zellen desselben schon in reger Teilung begriffen sind, bevor man Veränderungen im Entoderm wahrnimmt, dass letzteres sehr wenig, meistens gar keine Mitosen aufweist, und dass, wenn solche bei älteren Stadien beobachtet wurden, die Lage und das Aussehen der sich teilenden Zellen vermuten ließ, dass sie eingewanderte Ektodermzellen seien.

Bei Fig. 11 findet Br. die Assymetrie der Knospe so sonderbar, „dass sie gerechten Zweifel an der Korrektheit der Zeichnung wachruft", weil nämlich „im untern Teil der Figur, welcher der linken Seite der Knospe entspricht, die beiden Keimblätter sich sehr deutlich von einander abheben, während in dem obern Teil, der die andere Knospenhälfte wiedergibt, kaum eine solche Grenze zu konstatieren ist." Nach meiner Erklärung der Fig. 11, die Herrn Braem scheinbar entgangen ist, kann diese Assymetrie durchaus nicht verblüffen und ist ganz nebensächlicher Natur. Ich habe nämlich, wie oben schon erwähnt, nachweisen können, dass, nachdem vom distalen Pol der Knospen indifferente Zellen zur Bildung des Knospenentoderms die Stützlamelle durchdrungen haben, auch (meine eignen Worte) „die Einwucherung resp. Einwanderung seitwärts, ober- und unterhalb der Spitze fortschreitet." Damit ist absolut nicht gesagt, dass das gleichmäßig und gleichzeitig, auf beiden Seiten, oben und unten vor sich gehen muss; ich habe im Gegenteil immer betont, dass dieser Vorgang allmählich vor sich geht.

Weiterhin stellt Br. die Zuverlässigkeit der Fig. 11 in Abrede, da er „trotz der Auflösung der Stützmembran in keinem Falle irgend welche Unbestimmtheit in der gegenseitigen Begrenzung der beiden Blätter" gefunden hat. Dagegen lasse ich eben Fig. 11 meiner Abbildungen reden, die ein treues Bild des vorgelegenen Schnittes gibt. Wertvoll ist mir bei seinem Einwand nur, dass er hier die Auflösung der Stützlamelle bestätigt.

Es war bis jetzt nur von der Polemik Braem's die Rede, wir wollen nun das positive Ergebnis seiner Beobachtung einer kurzen Besprechung unterziehn, seine Resultate, nach denen Br. glaubt das „was die älteren Beobachter bei Hydroiden ermittelt haben" vollauf bestätigen zu müssen. Meiner Ansicht nach gab es aber nichts zu bestätigen, sondern viel neu zu untersuchen. Br. gibt selbst am Schlusse seiner Arbeit wenigstens zu, dass die Konstitution des innern Blattes auch durch seine Untersuchung noch keineswegs ganz sichergestellt sei. Unsere Wissenschaft hätte Herrn Br. entschieden mehr Dank gewusst, wenn er seinen Scharfsinn mehr in dieser Frage entfaltet hätte, statt in meinem Versuch zur Lösung der Knospungsfrage einen Circulus vitiosus der bedenklichsten Art zu wittern.

Es befremdet in erster Linie, dass Br. sich in Wort und Bild so kurz fasst bei der Darstellung seiner Befunde. Von seinen Abbildungen ist Fig. 2 und 3 belanglos für den Knospungsprozess. Der in Fig. 3 dargestellte Schnit ist nicht durch die Knospungszone geführt, ersterer soll es sein, ist es aber meiner Ansicht nach nicht; denn wo eine Knospe auch nur minimal angelegt war, habe ich stets im Ektoderm eine Menge Kernteilungsfiguren auf jedem Schnitt beobachtet; davon ist hier nichts zu sehen. Die größeren, dichtgedrängten Zellen

des Ektoderms und Entoderms in der Abbildung können von einer lokalen Kontraktion herrühren, oder der Schnitt ist schräg geführt.

Die „Sekretzellen“ oder die sog. embryonalen Zellen des Entoderms, von denen Br. soviel erwartet, sind mir keineswegs entgangen, sie fallen durch ihre dunklere Tinktion besonders bei Doppelfärbung bei all den untersuchten Formen, besonders *Eudendrium*, auf den ersten Blick auf, und sind bei *Hydra* kaum mit andern Zellelementen zu verwechseln. Ich glaube nicht, dass sie sich beim Aufbau des Knospenentoderms beteiligen, sonst müssten sie doch in der Knospenregion häufiger sein, sowie etwa die interstitiellen Zellen. „Das neugebildete Entoderm der jungen Knospe, das sich als einfache Schicht kleiner, plasmareicher und, wie es scheint, membranloser Zellen unterhalb des fnnktionierenden Entoderms neben der Stützlamelle anlegt“ und als Produkt der Sekretzellen von Br. angesehen wird, sind eben gerade die eingewanderten Zellen des interstitiellen Gewebes. Darum kann ich Braem's Fig. 4 ebenso gut als Stütze meiner Ansicht verwenden, wie meine Fig. 11 oder Fig. 13, bloß denke ich mir die erwähnte Abbildung etwas weniger schematisiert, nämlich mit teilweise aufgelöster Stützlamelle. Dass diese nämlich aufgelöst wird, gibt Br. selbst zu, zeichnet es aber nicht. Auch die Beobachtung, die er in Fig. 5 darstellt, wo sich in der Tentakelzone „jene Kuppe embryonaler Entodermzellen, welche im jüngsten Stadium der Knospe unmittelbar anlegt“, noch nachweisen lässt, passt vorzüglich zu der meinigen, bloß würde ich wieder statt „embryonaler Entodermzellen“ eingewanderte Ektodermzellen schreiben, weil ich eben überzeugt bin, dass die dort lagernden Zellen mit den Sekretzellen des Entoderms nichts zu thun haben.

Den Umstand, dass ich wenig, fast keine Mitosen im Entoderm sah in den Anfangsstadien der Knospung, möchte Herr Br. mangelhafter Beobachtung zur Last legen; er stützt sich dabei auf die Aussage Pfitzner's, dass bei Entodermzellen die Beobachtung von Kernteilungen häufig durch die im Zellleib befindlichen Einlagerungen sehr erschwert wäre. Dies letztere, meint er, ist vielleicht der Grund, dass ich keine Zellwucherung im Entoderm hätte konstatieren können. Von Uebersehen der Mitosen im Entoderm kann bei genauer Durchsicht sorgfältig ausgeführter Schnitte kaum die Rede sein, ebensowenig wie im Ektoderm, wo ich massenhaft Kernteilungen sowohl der größeren Zellen, als der des interstitiellen Gewebes gesehen habe.

Nachdem Herr Br. sich über mein vorwitziges Unterfangen, die Knospung der Hydroiden nochmals untersucht zu haben, genugsam entrüstet hat und das Gegenteil von dem bewiesen zu haben glaubt, was ich behauptete, macht er noch einige weitere Bemerkungen über die Knospung der *Hydra*, wobei er nun auch findet: „Fraglich kann nur das Eine sein, wo die neu sich bildenden Entodermzellen der

jungen Knospe herkommen.“ Genau diese Frage habe ich mir vorgelegt, als ich meine Arbeit begann, und hier liegt die Entscheidung. Wie kurz hätte sich daher Herr Br. fassen können; allerdings über der Suche nach dem mir unterschobenen Circulus vitiosus hat Herr Br. die Hauptfrage ganz vergessen und trägt zu ihrer Lösung nur mit seinem Zugeständnis bei: „zweifelhaft bleibt immer, ob die embryonalen Zellen (des Entoderms) die einzigen Konstituenten des innern Blattes sind, welche Neubildungen hervorzurufen vermögen.“ . . „Durch direkte Beobachtung dürfte das schwer zu entscheiden sein.“ — Er entscheidet sich dann doch dafür, dass er die Entodermzellen sich durch fortgesetzte Teilung in embryonale Zellen zurückverwandeln lässt. „Die Teilungsprodukte der funktionierenden Entodermzellen würden alsdann gerade so zur Vermehrung der embryonalen Zellen des Entoderms beitragen, wie es die peripheren (Deck-) Zellen des Ektoderms gegenüber dem interstitiellen Gewebe thun.“ Diese letztere Behauptung ist mir vollständig neu. Dass Epithelmuskelzellen des Ektoderms sich teilen, habe ich bei *Hydra* häufig gesehen, dass die Teilstücke aber interstitielle Zellen werden, nie. Ich habe bis jetzt immer geglaubt, dass die letzteren solche Verstärkung nicht nötig haben, weil sie seit dem Embryonalleben in genügender Anzahl vorhanden waren und in reger Teilungsfähigkeit etc. ihren embryonalen Charakter bewahrt haben.

Nach Allem erkennt man, dass Herr Br. meinen Beobachtungen etwas Positives und Sicheres nicht entgegenzustellen vermochte. Wenn auch seine Angaben sehr bestimmt lauten, so scheint doch seine Untersuchung keine eingehende gewesen zu sein. Herr Br. tritt mir sehr siegesbewusst entgegen, aber seine Kraft liegt mehr in seinen Worten, als in seinen Beobachtungen.

Beschleunigte Färbung der Blutkörperchen.

Von Dr. med. **H. Seelmann**,
Assistenzarzt in Dessau.

Bekanntlich nimmt das gewöhnliche Ehrlich'sche Verfahren, die roten von den weißen Blutkörperchen durch Färbung zu differenzieren, einen für den praktischen Arzt abschreckenden Zeitverlust von mehreren Stunden und einen nicht für jeden Arzt zugänglichen Apparat in Anspruch. Um diesen Uebelständen zu begegnen und um eine Farblösung zu haben, die angefertigt sofort brauchbar und haltbar ist und dabei ein deutliches Bild giebt, schlage ich seit $^3/_4$ Jahren nachstehendes Verfahren mit bestem Erfolge an:

Auf die etwas erwärmten Deckgläschen wird ein Tropfen Blut gebracht, ausgebreitet und an der Luft getrocknet, sodann 5 Minuten

in Alkohol absolutus fixiert. Von da kommt das Präparat direkt in eine gesättigte alkoholische Eosinlösung mit einem Zusatz von $^1/_6$ Volumen Wasser; darin bleibt es $^1/_2$ Minute; dann wird es abgespült und in eine wässerig-alkoholische Methylenblaulösung (1:85 Wasser, 15 Alkohol absolutus) auf etwa 2—$2^1/_2$ Minute gebracht, worauf es wieder abgespült und gleich mit anhängendem Wasser auf den Objektträger gebracht oder getrocknet mit Canadabalsam eingelegt und mit Trockensystem untersucht wird.

Die roten Blutkörperchen werden dabei braunrot, die Kerne der weißen Blutkörperchen dunkelblau, deren Protoplasma zart hellblau gefärbt; auch eosinophile Zellen färben sich auf diese Weise.

Die Präparate können natürlich nicht mit denen nach Ehrlich'scher Methode gewonnenen an Schönheit der Bilder und feinster Differenzierung sämtlicher Arten von Blutkörperchen und ihrer Entwicklungsformen konkurrieren, geben aber doch eine genaue Differenzierung von roten und weißen Blutkörperchen und gestatten so binnen weniger Minuten einen Rückschluss auf das Verhältnis der weißen zu den roten Blutkörperchen.

Johannes Walther, Bionomie des Meeres Beobachtungen über die marinen Lebensbezirke und Existenzbedingungen.

Erster Teil einer Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft. 8. XXX u. 196 Seiten. Jena. Gustav Fischer. 1893.

Obgleich der Herr Verfasser sein Werk als eine Einleitung in die Geologie bezeichnet, hat dasselbe doch für den Biologen eine selbständige Bedeutung. Die Bedingungen für die Erhaltung des Lebens, die Verteilung der Formen im Meere werden nach allen Richtungen ausführlich erörtert. Wir wollen von den einzelnen Abschnitten nur einige hervorheben, welche uns von allgemeinem biologischen Interesse zu sein scheinen, so den Einfluss des Lichtes, der Temperatur, des Salzgehaltes, der Strömungen. An die Besprechung derselben, welche sich überall auf reiche Einzelthatsachen stützt, schließen sich Betrachtungen über die Flora und Fauna des Litorals, der Flachsee, der Aestuarien und Reliktenseen, des offenen Meeres und der Tiefsee. Zum Schluss bespricht Verf. die geologischen Veränderungen der Meere, die Wanderungen der Tiere und die Korrelation der Lebensbezirke. In allen diesen Abschnitten stützt sich der Verf. auf ein umfassendes Studium der Litteratur und gibt ein reiches Material von Thatsachen in frischer und übersichtlicher Darstellung, welche ebenso fesselnd als belehrend ist. **P.**

Verlag von Eduard Besold (Arthur Georgi) in Leipzig. — Druck der kgl. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik — Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark. Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIV. Band. **1. Oktober 1894.** **Nr. 19.**

Inhalt: **Herbst**, Ueber die Bedeutung der Reizphysiologie für die kausale Auffassung von Vorzügen in der tierischen Ontogenese. I. (Fortsetzung). — **Haacke**, Die Formenphilosophie von H. Driesch und das Wesen des Organismus (Schluss). — **Beneke**, Sammlung mikroskopischer Präparate. — Berichtigung.

Ueber die Bedeutung der Reizphysiologie für die kausale Auffassung von Vorgängen in der tierischen Ontogenese. I.

Von **Curt Herbst.**

(Fortsetzung.)

c) Ueber die Wirkung von Stoffreizen.

a) Auf das Wandern freibeweglicher Organismen. Chemotaxis.

Mit der Untersuchung über die Abhängigkeit der Bewegungsrichtung niederer Organismen von chemischen Reizen hat sich in der eingehendsten Weise Pfeffer [50 u. 51] beschäftigt. Von den vielen Thatsachen, welche dieser Forscher zu Tage gefördert hat, dürfte der Nachweis, dass die Samenfäden der Farne durch neutrale Salze der Aepfelsäure, die der Laubmoose durch Rohrzucker angelockt werden, auch in nicht botanischen Kreisen am bekanntesten sein. Die Versuche wurden so angestellt, dass der anlockende Stoff in kleine Kapillarröhrchen gefüllt wurde, in welche die Spermatozoen dann bei einer bestimmten Konzentration hineinsteuerten. Um eine Anlockung herbeizuführen muss der Stoff in einer bestimmten Konzentration vorhanden sein. Pfeffer bezeichnet diese untere Grenze mit dem Namen „Reizschwelle“. Wird die Konzentration gesteigert, so wird schließlich ein Punkt erreicht, wo das Reizmittel nicht mehr anlockend wirkt, sondern die Samenfäden abstößt. Die positive Chemotaxis wird also dann demselben Stoff gegenüber in eine negative verwandelt.

In ähnlicher Weise wie die Samenfäden der Farne und Laubmoose hat Pfeffer eine große Anzahl von Bakterien, ferner Flagellaten und

Volvocineen untersucht. Chlorkalium, Pepton und Fleischextrakt erwiesen sich als die besten Anlockungsmittel, während Alkohol und saure oder alkalisch reagierende Stoffe stets negativ chemotaktisch wirkten. Negative Chemotaxis konnte in vielen, doch nicht allen Fällen auch durch Steigerung der Konzentration einer Lösung herbeigeführt werden.

Dass auch Stahl [64] bei Myxomyceten positive und negative Chemotaxis nachgewiesen hat, sei hier nur angedeutet.

Was die höheren Tiere betrifft, so ist die Chemotaxis auch bei diesen sehr verbreitet, wenn auch meist noch nicht eingehend untersucht. So kriechen z. B. die Muscidenlarven aus einiger Entfernung auf faules Fleisch oder faulen Käse zu, während faules Fett, asa foetida und Ammoniak ohne Wirkung auf die Tiere bleiben (Loeb). Eine wahrhaft staunenerregende chemotaktische Reizbarkeit müssen die männlichen Schmetterlinge besitzen, welche aus weiten Entfernungen zu gefangenen Weibchen herangeflogen kommen.

Der Chemotaxis wollen wir als Unterabteilungen die sog. Aero- resp. Oxygenotaxis und die Hydrotaxis anreihen.

Bringt man in einen bakterienhaltigen Wassertropfen ein Stück eines *Vaucheria*-Fadens oder irgend eine Alge, so bemerkt man nach einiger Zeit, dass sich die Bakterien alle um die Alge dicht zusammengeschaart haben. Es ist der von letzterer produzierte Sauerstoff, welcher die Bakterien heranlockt. Engelmann, welcher zuerst diese Thatsache beobachtet hat, macht darauf aufmerksam, dass man infolge dessen die Bakterien als ausgezeichnetes Reagens auf geringe Sauerstoffmengen verwenden kann. Da der Sauerstoff für das Leben unumgänglich notwendig ist, so dürfte die positive Aerotaxis zu den verbreitesten Erscheinungen gehören, obwohl sie noch nicht gerade in vielen Fällen durch das Experiment sicher erwiesen ist. Von den wenigen sicher gestellten Fällen sei nur noch erwähnt, dass nach Aderhold [1] *Euglena viridis* in hohem Grade aerotaktisch ist, was leicht zu demonstrieren ist, wenn man 3 Seiten des Deckglases, unter dem sich die Algen befinden, mit Wachs verkittet; die Euglenen sammeln sich dann sämtlich an der offenen Seite an.

Positive Hydrotaxis hat Stahl [64] an den jungen Plasmodien von *Aethalium septicum* beobachtet, welche sich bei ungleicher Feuchtigkeit des Substrates nach den feuchten Stellen begeben. Schicken sich die Plasmodien dagegen zur Fruchtbildung an, so kriechen sie umgekehrt zu den trockenen Stellen; sie sind also im reifen Zustande negativ hydrotaktisch.

β) Ueber den Einfluss der Stoffreize auf die Wachstumsrichtung der Organe. Chemotropismus.

Nachdem bereits früher von Pfeffer darauf hingewiesen worden war, dass chemische Reize wahrscheinlich von Einfluss auf die Wachs-

tumsrichtung mancher Organe sein könnte, hat Reinhardt [54] 1892 zuerst in einigen Fällen experimentell festgestellt, dass in der That Pilzfäden auf chemische Reize mit einer Aenderung ihrer Wachstumsrichtung reagieren können.

In neuester Zeit hat nun auf Veranlassung Pfeffer's Miyoshi ausgedehnte Untersuchungen über die chemische Reizbarkeit der Hyphen verschiedener Pilze angestellt [43]. Zu den Versuchen wurden die Sporen auf *Tradescantia*-Blätter, welche mit den zu untersuchenden Stoffen injiziert und darauf rein abgespült worden waren, oder auch auf fein durchlöcherte *Collodium*-Häutchen und Glimmerblättchen, welche auf die Flüssigkeiten gelegt wurden, ausgesäet. Waren nun unter der Oberfläche anlockende Reizmittel in der richtigen Konzentration vorhanden, so wuchsen die Hyphen durch die Spaltöffnungen oder Löcher hindurch. Die neutralen Salze der Phosphorsäure und des Ammoniums, Traubenzucker, Pepton und Asparagin wirkten positiv chemotropisch, während mit Alkohol, freien Säuren und Alkalien, NaCl und KNO_3 — Stoffen, die in keiner Konzentration anlockend wirkten — Wachstumskrümmungen von der Reizquelle hinweg erzielt wurden. Außerdem können aber auch positiv chemotropisch wirkende Substanzen bei zu hoher Konzentration eine Abstoßung herbeiführen, wie wir dies bereits oben bei der chemotaktischen Reizbarkeit niederer Organismen kennen gelernt haben.

Nicht unerwähnt mag noch bleiben, dass nach den Untersuchungen von Miyoshi höchst wahrscheinlich chemische Reize bei dem Eindringen der Pilzfäden in das Innere der Pflanzen und Tiere eine große Rolle spielen.

In allerneuester Zeit hat derselbe Autor auch den längst vermuteten Chemotropismus der Pollenschläuche durch zahlreiche Experimente sicher gestellt [42]. Es zeigte sich hierbei, dass die Ausscheidungen der Narbe, des Griffels und der Ovula, welche nach den Angaben des genannten Forschers Zuckerarten sein sollen, kein spezifisches Reizmittel für Pollenschläuche sind, sondern auch auf Pilzfäden und Bakterien anlockend wirken.

In manchen Fällen konnte Miyoshi die Beobachtung von Molisch bestätigen, nach welchen gewisse Pollenschläuche negativ aerotropisch sind d. h. nach den Stellen der geringeren Sauerstoffspannung hin wachsen. Molisch [45] hatte bereits vor längerer Zeit auch an Wurzeln aerotropische Krümmungserscheinungen beobachtet, die hier kurz besprochen werden sollen. Die Versuche wurden derartig angestellt, dass weithalsige Glasgefäße mit den zu prüfenden Gasen gefüllt und sodann mit einer Hartkautschukplatte verschlossen wurden, welche 1—2spaltförmige Oeffnungen aufwies. Vor die Spalten der horizontal gelegten Flaschen wurden nun die Keimpflanzen mit der Wurzelspitze

nach unten befestigt, und über das Gefäß wurde schließlich eine mit nassem Fließpapier ausgeklebte Glasglocke gestürzt, deren Inneres durch eine dünne Wasserschicht abgeschlossen wurde. War nun z. B. in das Gefäß Sauerstoff geleitet worden, so wendeten sich die Wurzeln von den Spalten hinweg, sie wuchsen nach den Stellen geringerer Sauerstoffspannung. War dagegen in der Flasche durch Pyrogallussäure die Sauerstoffspannung vermindert worden, so krümmten sich die Wurzeln von dem Spalte hinweg und wuchsen in die atmosphärische Luft hinein. Je nachdem also der Sauerstoffgehalt größer oder geringer war als der der atmosphärischen Luft, kann man an den Wurzeln negativen oder positiven Aerotropismus hervorrufen.

Eine weit energischere Wirkung als Sauerstoff hatte die einseitige Einwirkung von Kohlensäure, Leuchtgas, Chlordämpfen etc. auf die Wachstumsrichtung der Wurzeln zur Folge. Waren diese Gase in geringen Mengen vorhanden, so trat eine negative aerotropische Aenderung der Wachstumsrichtung ein. Waren die Gase dagegen im Gefäß in zu großen Mengen vorhanden, so krümmten sich die Wurzeln gerade in den Spalt, also in die schädliche Atmosphäre hinein. Molisch bezeichnet diese Erscheinung als positiven Aerotropismus, was aber deswegen nicht erlaubt ist, weil die „positive" Krümmung nach seinen eigenen Untersuchungen durch eine Schädigung der der Gasquelle zugekehrte Wurzelseite herbeigeführt wird. Auch bei den Versuchen mit Sauerstoff hat er zu Beginn des Versuches eine — wenn auch geringfüge — Krümmung in den Spalt hinein beobachtet, wenn durch zu hohe oder zu geringe Sauerstoffspannung die dem Spalt zugekehrte Wurzelseite geschädigt worden war.

Gehen wir nunmehr zu der 2. Unterabteilung des Chemotropismus, zu dem Hydrotropismus über. Derselbe lässt sich ebenfalls leicht an Keimwurzeln, nach den Angaben von Sachs, demonstrieren. Pflanzt man irgendwelche Keimpflanzen mit der Wurzelspitze senkrecht nach unten in ein Sieb, welches feuchte Sägespähne enthält und schräg aufgehängt ist, so wachsen die Wurzeln, falls der Raum nicht dampfgesättigt ist, nicht senkrecht durch die Löcher hindurch nach abwärts, sondern sie schmiegen sich dem feuchten Siebe an oder wachsen auch wieder in die feuchte Sägespähne hinein. Hätte man das Sieb dagegen in einem dampfgesättigten Raum aufgehängt, so würden die Wurzeln durch die Löcher hindurch und senkrecht nach unten weiter gewachsen sein. In derselben Weise wie für die Wurzeln ist der Feuchtigkeitsunterschied auch für die Wachstumsrichtung mancher Pilze maßgebend. Während nämlich die Mycelien derselben nach den feuchteren Stellen hinwachsen, wachsen die Sporangienträger von dem feuchten Substrat hinweg, sind also negativ hydrotropisch.

d) Ueber den Einfluss der Wärme.

α) Auf die Bewegungsrichtung freibeweglicher Organismen. Thermotaxis.

Stahl [64] ist wohl der erste gewesen, welcher den Einfluss einseitiger Wärme auf die Bewegungsrichtung der Organismen an dem Beispiel der Plasmodien von *Aethalium septicum* nachwies. In zwei neben einander aufgestellten Gläsern, von denen das eine Wasser von 7°, das andere solches von 30° C enthielt, wurde ein Fließpapierstreifen, auf dem sich ein Plasmodium befand, so aufgehängt, dass das eine Ende in das warme Wasser, das andere in das kalte eintauchte. Nach einiger Zeit stellte es sich heraus, dass das Plasmodium aus dem kalten Gefäß heraus und in das warme herübergekrochen war, es hatte sich also positiv thermotaktisch gezeigt. Im Gegensatz hierzu hat Verworn [68] bei *Amoeba limax* und *Echinopyxis aculeata* negative Thermotaxis beobachtet; die Tiere krochen in die kühlere Partie des Tropfens. Es geschah dies jedoch auch nur, wenn die warme Stelle eine Temperatur von mehr als 35° C aufwies.

β) Ueber die Wirkung einseitiger Erwärmung auf die Wachstumsrichtung der Organe. Thermotropismus.

Die einzigen sicheren Thatsachen, welche über thermotropische Krümmungserscheinungen an wachsenden Organen beobachtet worden sind, verdankt man den Untersuchungen Wortmann's [73]. Derselbe war im Stande, sowohl an Sprossen wie an Wurzeln von Keimpflanzen eine Veränderung der Wachstumsrichtung durch einseitige Erwärmung herbeizuführen. Der Wärmequelle zu krümmten sich die Stengel von *Zea mais*, während sich die von *Linum* davon abwendeten. Eine Temperatur von 20° C war jedoch zu diesen Krümmungen unerlässlich. Die Wurzeln der Keimpflanzen erwiesen sich bei niederen Temperaturen positiv, bei höheren negativ thermotropisch; so war z. B. bei *Pisum sativum* die Krümmungsbewegung bis zu 32—33° C positiv, bei einer höheren Temperatur negativ.

Ebenso kurz wollen wir uns fassen:

e) Ueber den Einfluss konstanter Ströme.

α) Auf die Bewegungsrichtung freibeweglicher Organismen. Galvanotaxis.

Die Erscheinung der Galvanotaxis, welche bereits früher von Hermann an Kaulquappen beobachtet worden war, hat Verworn[1]) in eingehender Weise an Protisten studiert [67]. Leiten wir durch einen Wassertropfen, welcher Paramaecien enthält, mittels unpolarisierbarer Elektroden einen konstanten galvanischen Strom, so

1) In neuerer Zeit haben Nagel und namentlich Blasius und Schweizer [2], Beiträge zur Kenntnis der Galvanotaxis geliefert, auf welche hiermit verwiesen sein möge.

sieht man wie sich sämtliche Tiere sofort mit ihrem Vorderende der Kathode zuwenden und innerhalb der Stromkurven dieser zuschwimmen. Die Protisten bewegen sich also von dem positiven zu dem negativen Pol; wir können sie deshalb als negativ galvanotaktisch bezeichnen. Wird der Strom, nachdem sich die Paramaecien an der Kathode angesammelt haben — wobei die größte Ansammlung hinter der negativen Elektrode (d. h. zwischen ihr und dem Tropfenrand) stattfindet —, nunmehr geöffnet, „so schwimmen die Protisten wieder in der Richtung nach dem positiven Pol zurück, und zwar ebenfalls zuerst mit strenger Innehaltung der Stromkurven, bis allmählich die Bewegung und damit die Verteilung im Tropfen wieder regellos wird". Negativ galvanotaktisch wurden ferner *Coleps hirtus*, *Colpoda cucullus*, *Stentor coeruleus*, *St. polymorphus* etc. befunden, während bei *Opalina ranarum*, einigen Flagellaten und Bakterien positive Galvanotaxis konstatiert wurde.

β) Ueber den Einfluss konstanter Ströme auf die Wachstumsrichtung der Organe. Galvanotropismus.

Negativer Galvanotropismus oder ein Wachstum nach der Kathode hin wurde von Brunchorst [3] an Wurzeln nachgewiesen, welche in Wasser kultiviert wurden, durch das ein schwacher konstanter Strom geleitet wurde. In stärkeren Strömen krümmten sich dagegen die Wurzeln nach der Anode zu, eine Erscheinung, die aber nicht als „positiver Galvanotropismus" zu bezeichnen ist, da sie dadurch zu Stande kam, dass die am positiven Pole ausgeschiedenen Substanzen die demselben zugekehrte Wurzelseite schädigten, wodurch ein stärkeres Wachstum der abgewandten Seite und damit eine „positive" Krümmung erzielt wurde. Wir haben ähnliches bereits oben S. 669 bei zu starken Einwirkungen von Chlordämpfen, Leuchtgas etc. auf die Keimwurzeln kennen gelernt.

f) Ueber den Einfluss von Wasserströmungen.

α) Auf die Bewegungsrichtung freibeweglicher Organismen. Rheotaxis.

Bringt man Plasmodien auf einen Fließpapierstreifen, so bemerkt man, dass sich dieselben stets dem Wasserstrom entgegenbewegen (Stahl). Wir können diese Eigenschaft positive Rheotaxis nennen.

Es ist ferner bekannt, dass manche Fische (Lachse) zum Laichen aus dem Meere in die Flüsse hinaufschwimmen, und nach vollendetem Laichgeschäft das entgegengesetzte thun, sollte hierbei vielleicht die gleiche mit der Jahreszeit wechselnde Reizbarkeit strömendem Wasser gegenüber im Spiele sein?

β) Ueber den Einfluss von strömendem Wasser auf die Wachstumsrichtung von Organen

hat Jönsson Untersuchungen angestellt und gefunden, dass die Wurzeln des Mais dem Wasserstrom entgegenwachsen. Positiver Rheotropismus.

g) Ueber den Einfluss des Kontaktes.

a) Auf die Bewegung freibeweglicher Organismen. Stereotaxis nach Loeb, Thigmotaxis nach Verworn.

Die Thatsache, dass der Berührungsreiz mit einer Fläche derartig auf manche freibewegliche Organismen wirkt, dass dieselben die Fläche nicht wieder verlassen, sondern sich stets auf ihr weiter bewegen, ist zuerst von J. Dewitz [6] an den Samenfäden von *Periplaneta orientalis* sicher gestellt worden. Bringt man einen Tropfen Samenflüssigkeit dieses Insekts in physiologische Kochsalzlösung auf einen Objektträger, so sieht man, wie die Spermatozoen, welche auf die Fläche des Objektträgers gestoßen sind, in fortwährender kreisförmiger Bewegung auf ihr herumschwimmen, ohne sie wieder zu verlassen; sie werden von den Flächen „gleichwie von einem Magneten festgehalten". Bemerkenswert ist, dass sich die Samenfäden auf Flächen immer in derselben Richtung, nämlich stets umgekehrt wie die Zeiger der Uhr, im Kreise herumbewegen, und dass diese eigentümliche Bewegungsform nach den Angaben von Dewitz erst durch die Berührung mit einer Fläche ausgelöst wird, da man sie an den Spermatozoen, so lange sie noch frei im Wasser schweben, nicht wahrnehmen kann.

Dass wir es bei den geschilderten Erscheinungen wirklich mit einem Reiz zu thun haben, den die Berührung mit einer Fläche auf die Spermatozoen ausübt, zeigt sich besonders schön, wenn wir in einen samenhaltigen Tropfen eine kleine Glaskugel bringen. Sämtliche Samenfäden, welche mit der Oberfläche derselben in Berührung kommen, schwimmen nie wieder von ihr ab, sondern führen auf ihr fortwährend ihre kreisförmigen Bewegungen aus. Nach einiger Zeit trifft man nur noch tote oder im Absterben begriffene Samenfäden frei im Tropfen schwebend an.

Es ist klar, dass diese ausgeprägte Thigmotaxis vollkommen ausreichend ist, um die Spermatozoen, welche aus dem Leiter der Samentasche an die vorbeirutschenden Eier herangeschleudert werden, unfehlbar in die Mikropylen der letzteren einzuführen.

Im Anschluss an die Untersuchungen von Dewitz hat Massart [41] die Samenfäden des Frosches auf ihre Reizbarkeit geprüft und dieselben Verhältnisse wie bei *Periplaneta* gefunden. Bei der Art und Weise, wie die Froscheier befruchtet werden, ist leicht einzusehen, dass auch hier noch die Thigmotaxis der Spermatozoen zur Garantierung der Befruchtung hinreicht; in vielen anderen Fällen dürfte jedoch die Thigmotaxis — wenigstens allein — nicht genügen und durch die Chemotaxis unterstützt oder vertreten werden müssen.

Endlich sei noch erwähnt, dass auch Loeb [33] an Muscidenlarven eine ausgeprägte Kontaktreizbarkeit konstatiert hat.

β) Ueber die Wirkung des Kontaktes auf die Wachstumsrichtung der Organe (Thigmotropismus und Stereotropismus).

Wohl das beste botanische Beispiel für den Einfluss der Berührung auf die Wachstumsrichtung dürften die Ranken abgeben, welche — anfangs gerade — bei Berührung mit einer Stütze eine Krümmung nach derselben hin erfahren, wodurch die Umschlingung der Stütze eingeleitet wird[1]). Es ist von Interesse, dass nur ein diskontinuierlicher, mit Reibung verbundener Druck, aber kein statischer nach den Untersuchungen Pfeffer's [52] die Krümmung der Ranken auslösen kann. Gegen Wind und Regen, ja gegen einen anprallenden Quecksilberstrahl sind sie vollkommen unempfindlich.

Wie Sachs zuerst zeigte, krümmen sich in ähnlicher Weise wie die Ranken auch die Wurzeln bei einseitiger Berührung ihrer Wachstumszone nach dem Körper hin, eine Eigenschaft, welche unter anderem das Umwachsen der Erdpartikelchen von Seiten der Wurzelhaare zur Folge hat[2]).

Wohl am ausgeprägtesten ist der Thigmotropismus an den Luftwurzeln epiphytischer Orchideen und an den Haftwurzeln der „baumwürgenden" *Ficus*-Arten. Besonders bei den Wurzeln dieser letzteren Kategorie ist die Erscheinung derartig auffallend, dass es den Anschein hat, als hätten die breitgedrückten Haftwurzeln anfangs aus Strömen einer teigartigen Masse bestanden, welche häufig mit einander anastomosierend um den Stützbaum herumgeflossen und erst nachträglich erstarrt seien[3]).

Auf zoologischem Gebiete ist es Loeb [36] gewesen, welcher an Stolonen der Hydroidpolypen nachwies, dass deren Wachstumsrichtung nach Berührung mit einem festen Körper bestimmt ist, sie wachsen dann nämlich nicht wieder in das umgebende Medium hinein, sondern bleiben dem Körper dicht angeschmiegt.

1) Auf die Fortpflanzung des Reizes auf die Teile oberhalb und unterhalb der Berührungsstelle wollen wir nicht näher eingehen.

2) Hiermit stehen die Entdeckungen von Darwin [4] in scheinbarem Widerspruch, der bei Betupfen der Wurzelspitze mit Schellack, Höllenstein etc. oder bei Befestigung eines Kartonstückchens mittels eines Klebmittels ein Wegkrümmen von der Berührungsstelle konstatierte. Es handelt sich hierbei nach Detlefsen [5] um eine Tötung resp. Schädigung des betreffenden Teiles der Wurzelhaube, welche infolge dessen an dieser Stelle der Ausdehnung der unter ihr liegenden Gewebe einen geringeren Widerstand als im unverletzten Zustand entgegensetzt. Das Resultat hiervon ist ein stärkeres Wachstum der betreffenden Partie und ein Wegkrümmen der Wurzelspitze von der Berührungsstelle.

3) Bemerkenswert ist, dass die Haftwurzeln den Stützbaum annähernd horizontal umschnüren; es ist infolge dessen wahrscheinlich, dass dieselben abgesehen von dem Thigmotropismus noch die Eigenschaft haben, eine Wachstumsrichtung senkrecht zum Lothe einzuschlagen. Vergl. Haberlandt [20] Seite 164.

Wir sind nunmehr mit der Aufzählung einiger bekannter Thatsachen über die sicher[1]) begründeten Richtungsreize am Ende angelangt und könnten nun gleich zur Anwendung des Gelernten auf gewisse Vorgänge der Ontogenese übergehen. Wir wollen dies jedoch noch etwas aufschieben und zuvor noch einige allgemeine Fragen, welche auf die Richtungsreize Bezug haben, zur Sprache bringen, da uns dieselben für die spätere Durchforschung der richtenden Kräfte in der Ontogenese von Wichtigkeit zu sein scheinen.

(Fortsetzung folgt.)

Die Formenphilosophie von Hans Driesch und das Wesen des Organismus.

Von **Wilhelm Haacke.**

(Schluss.)

Wir wenden uns nun dem zu, was Driesch über die Systematik sagt. Er hat zu wiederholten Malen betont, dass in der Physik die Deduktion, die logische Subsumption, eine große Rolle spiele, und zeigt an einen Beispiel, dass das in der That der Fall sei. „Die Gleichungen, welche für die Bewegung der Flüssigkeiten gelten", sagt er, „sind in ihrer Allgemeinheit der Ausdruck eines letzten nicht weiter zerlegbaren Naturgesetzes; spezialisiere ich die Bewegungsbedingungen in diesen Gleichungen derart, dass ich sage, die Bewegung zweier Axen soll gleich 0, d. h. mathematisch x und y in den Gleichungen sollen = 0, und es soll die einzige auf die Flüssigkeit wirkende bewegende Kraft die Schwere sein, so erhalte ich nach einiger Um-

1) Höchst unsicher scheint mir der sog. Somatotropismus begründet zu sein, dem zu Folge sich die Keimstengel mancher Pflanzen (Mistel) und die Sporangien einiger Pilze auch bei Ausschluss von Helio- und Geotropismus senkrecht zum Substrat stellen sollen. Ich werde in meiner Skepsis durch den Nachweis Wortmann's bestärkt, nach dem die Wachstumsrichtung der Sporangienträger von *Phycomyces nitens* — einem Sachs'schen Beispiel von Somatotropismus — durch negativen Hydrotropismus bestimmt wird. Außerdem ist zu beachten, dass die Organe doch stets in einem gewissen Lageverhältnis zu einander stehen und auch bei Ausschluss aller von außen wirkenden richtenden Kräfte mit den Längsaxen der übrigen Organe einen Winkel, den sog. Eigenwinkel bilden. Vergl. Pfeffer [49] S. 347—350.

Ebenso wenig begründet ist die von Elfving [14] entdeckte „physiologische Fernwirkung" von Eisen und einigen anderen Stoffen auf Sporangienträger von *Phycomyces nitens*, welche von diesen Substanzen angezogen werden. Es hat sich nämlich durch Untersuchungen von Errera [17] herausgestellt, dass nur hygroskopische Körper anziehend auf die betreffenden Gebilde wirken und dass die eigenartige Fernwirkung weiter nichts als negativer Hydrotropismus ist. Elfving [15] sucht zwar neuerdings durch erneute Experimente seine Ansicht aufrecht zu erhalten, aber wie mir scheint mit sehr wenig Erfolg.

formung einen Satz, den man das Toricelli'sche Ausflusstheorem nennt und der besagt, dass ein Flüssigkeitsteilchen mit der Geschwindigkeit ausfließt, die es erhalten hätte, wäre es durch den mit Flüssigkeit gefüllten Raum gefallen ($v = \sqrt{2gh}$). Das Toricelli'sche Theorem ist also unter die allgemeinen Gleichungen subsumiert, als in ihnen enthalten erkannt. Auf diese Weise kann ich jede spezielle Kraftbethätigung als Spezialfall eines allgemeinen Naturgesetzes darthun. Eine solche Unterordnung kommt stets auf eine Spezifikation der unabhängigen Variablen und darauf folgende mathematische Operationen hinaus. Da jede physikalische Gleichung eine Veränderungsrelation zweier Größen (ein ‚mechanistisches' Gesetz) ausdrückt, so ist natürlich auch eine solche das Resultat der Umformung. Eine andere Art der Subsumption findet in folgendem Beispiele statt. Die allgemeine Kegelschnittsgleichung ist die allgemeine Gleichung zweiten Grades ($ax^2 + bxy + cy^2 + dx + ey + f = 0$). Aus ihr folgen durch Verbindung mit anderen Sätzen die Eigenschaften der Kegelschnitte, und zwar handelt es sich bei denselben auch stets um Spezifikation der Variablen als solcher. Will ich dagegen aus der allgemeinen Kegelschnittsgleichung über die Parabel Sätze ableiten, so habe ich nichts mit den Variablen zu thun, vielmehr muss ich $a = b = e = f = 0$ setzen, $c = 1$ und $d = -2p$, um die Gleichung $y^2 = 2px$ zu erhalten. Ich habe also in diesem Falle Konstante spezialisiert. Erhielt ich nun durch Operation mit den Variablen aus einer Relation andere ihr untergeordnete Relationen, so erhalte ich durch Operation (Spezifikation) mit den Konstanten Relationsarten, d. h. sie führt zur Systematik, zur Klassifikation. Die Ellipse, die Parabel, der Kreis, die Hyperbel, die gerade Linie, der Punkt sind ‚Arten' der Kegelschnitte".

Driesch hat diese Betrachtungen angestellt, weil der Begriff der Klassifikation in der Biologie eine große Rolle spielt. Nun aber fragt er mit Rücksicht auf den vermeintlich von ihm geführten Nachweis, dass der Erkenntnisgrund in der Morphologie keine Rolle spiele, ob nicht gerade jede Klassifikation auf dem Erkenntnisgrund beruhe; habe doch Schopenhauer gradezu dem Erkenntnisgrund die beschreibende Naturforschung als eigentliches Feld angewiesen. „So wäre also unsere Behauptung falsch?" fragt Driesch, die Behauptung nämlich, dass der Erkenntnisgrund in der Morphologie keine Rolle spiele. Durch folgende Ueberlegung sucht er zu zeigen, dass diese Behauptung nicht falsch sei, aber eines Zusatzes bedürfe.

Die bloße Klassifikation, z. B. der Satz, dass der Löwe ein Säugetier sei, sei zwar eine Unterordnung von Begriffen, aber es fehle ihr der Charakter der notwendigen Einsicht. Dieser Charakter hafte dagegen dem Verfahren der Physik und Geometrie, das auch in einer Subsumption von Begriffen bestehe, an. „Was verleiht nun", fragt

Driesch, „einer Subsumption die Eigenschaft, wirkliche Einsicht zu gewähren, und wie verhält sich die Systematik zu Einsicht gewährender Subsumption?“. Im Hinblick auf die vorher von ihm angestellten und von uns wiedergegebenen Betrachtungen beantwortet Driesch diese Frage folgendermaßen: „In der physikalischen Deduktion sahen wir das Verfahren, welches von der allgemeinen Relation zur speziellen führte, Schritt für Schritt als möglich ein, es war eben ein mathematisches“. Auch bei der Ableitung der einzelnen Arten der Kegelschnitte, der Ellipse, der Parabel, des Kreises, der Hyperbel, der graden Linie und des Punktes, sähen wir die Möglichkeit, dass ein spezielles Verfügen über die Konstanten der Kegelschnittsgleichung stattfinden könnte, ein. In dem einen wie in dem anderen Falle seien die Unterschiede der Art von der Gattung quantitative und würden mathematisch vermittelt und dieser Satz enthielte die Beantwortung der oben aufgeworfenen Frage. Eine Systematik wie jede Subsumption gewähre nur dann wirkliche Einsicht, wenn der Weg, auf dem die Arten aus dem Genus hervorgehen, rationell durchsichtig sei.

Mit der mathematischen und physikalischen Deduktion vergleicht Driesch nun die chemische Systematik. Für die primären Alkohole z. B. gelte die Formel $C_nH_{2n+1}OH$, und den einzelnen Alkoholen entsprächen Formeln, in welchen das n eine bestimmte ganze Zahl darstellt. Man pflege nun die Formel als den eigentlichen Inbegriff des Stoffes zu betrachten und die Eigenschaften des letzteren als eine Funktion der Formel anzusehen; andrerseits gälten die Intensitäten der Eigenschaften, z. B. die Stärke der Säuren der Elemente, als Funktionen des Atomgewichts. Diese Auffassung gewähre keine wirklich befriedigende Einsicht, und zwar käme dies nicht von der Unmöglichkeit, die Grundthatsache, dass eine bestimmte Formel einem bestimmten chemischen und physikalischen Eigenschaftskomplexe entspräche, einzusehen, sondern daher, dass es sich durchaus nicht klar machen ließe, inwiefern die Unterschiede in der Intensität der Eigenschaften bei den einzelnen Stoffen von einer bestimmten Formel abhängig seien. In der allgemeinen Formel der primären Alkohole seien zwei Dinge enthalten, erstens die Grundthatsache, dass die betreffende Gruppe chemischer Stoffe, die wir als primäre Alkohole bezeichnen, bestimmte Eigenschaftskomplexe aufwiesen, und zweitens die Intensitätsregel, die sich auf die Verschiedenheiten der einzelnen Alkohole beziehe. Der Umstand, dass es sich hier nur um eine Regel handle, die erst durch die Erfahrung gewonnen sei, bedinge den rationellen Minderwert der chemischen Systematik gegenüber der physikalischen Gesetzesdeduktion, denn bei der letzteren folge die auf das Spezielle bezügliche Größenangabe mathematisch aus dem Gesetz selbst, sie sei kein neues empirisches Datum.

An diese Auseinandersetzungen reiht Driesch die Besprechung der Frage, ob überhaupt ein rationelles System natürlicher Dinge möglich sei. Wir hätten ein solches nur im Hinblick auf mathematische Körper gekennzeichnet; dabei hätten wir gesehen, dass eine rationelle Systematik mit Notwendigkeit an mathematische Behandlung geknüpft sei, und deshalb wäre es klar, dass sie nur dort denkbar wäre, wo der oberste Thatsachenausdruck eines Gebiets ein mathematischer Satz sei. Ein solcher sei aber Ausdruck einer Beziehung von Veränderlichen. Demnach würde die rationelle Systematik darin zu bestehen haben, dass sie über die Arten der Beziehungen etwas aussage, nämlich darüber, ob es in dem betreffenden Gebiete eine unbegrenzte ungesetzliche, oder eine unbegrenzte gesetzliche oder aber eine beschränkte Anzahl von Beziehungen gäbe. „Wenn die Chemie", fährt Driesch fort, „über das Wesen der chemischen Energie etwas mehr wüsste, als es der Fall ist, so würde sie vielleicht dazu gelangen können, die Elemente als durch Attraktionskräfte bedingte Verdichtungszustände eines einzigen ‚Stoffes' darzustellen, und indem jedes solche Element auf Grund von Zahl und Lage der Uratome spezifische Wirkungsmerkmale erzielte, wäre damit auch der Grund für eine Einsicht in das Wesen der Affinitäten der Elemente unter sich gelegt". Selbstverständlich könne die Konstante, die in der Attraktionsgleichung der Uratome die Anzahl der letzteren bezeichne, nur eine ganze Zahl sein, und wir hätten somit in den chemischen Verbindungen das Beispiel einer gesetzlichen aber unbeschränkten Konstantenbestimmung oder Systematik vor uns, wofern sich nicht zeigen ließe, dass nur eine beschränkte Zahl von Verdichtungszuständen möglich wäre. Eine derartige beschränkte Systematik ließe sich bekanntlich aus der Theorie der Elastizität bezüglich der Krystalle ableiten. Die Anzahl von möglichen Konstanten fiele hier mit der der thatsächlich vorkommenden Symmetrieverhältnisse zusammen.

Wie weit nun diese Betrachtungen einst für die Biologie aktuelles Interesse gewinnen könnten, bleibt nach Driesch gänzlich dahingestellt. Er habe nur darauf hinweisen wollen, wie so ganz anders denn doch der Charakter der zusammengesetzten organischen Form gegenüber den Stoffen der Chemie sei und wie verschieden infolge dessen auch bei beiden der Charakter der zunächst noch unrationellen Systematik. Indessen besitze auch diese vorläufig große Vorteile, was wieder am Beispiel der Alkohole gezeigt werden könne. Die mit der Formel $C_nH_{2n+1}OH$ verbundene allgemeine Einsicht gestatte uns, die Eigenschaften eines neuen Alkohols aus seiner Zusammensetzung der Intensität nach vorherzusagen, und das periodische System der Elemente habe das Skandium und zwei andere Elemente mit ihren sämtlichen Eigenschaften vorhersagen lassen. Aber in diesen Schlüssen

handle es sich doch nur um Wahrscheinlichkeiten; die Sicherheit mathematisch-physikalischer Deduktionen könnten die betreffenden Schlüsse nicht besitzen. Auf Grund der chemischen Systematik könne in der That durch die Kenntnis gewisser Stoffe zugleich diejenige anderer, wenigstens andeutungsweise, gefördert werden, aber gleichwohl könne kein Schluss aus den Eigenschaften zweier Elemente auf die Eigenschaften ihrer Verbindungen gezogen werden. Die Kenntnis eines Stoffes gestatte nicht, über einen anderen Stoff irgend etwas in strengerer Weise auszusagen. Die Alkoholformel sei kein Gesetz, aus dem andere Gesetze mit derselben relativen Sicherheit, die es selbst besitze, abgeleitet werden könnten, sondern die Art, wie aus ihm abgeleitet würde, sei selbst eine neue empirische Abstraktion, nämlich die, dass die Intensitäten der Eigenschaften mit den Werten des n zusammenhingen.

Die biologische Systematik stehe nun der chemischen, obschon der Mangel des Rationellen beiden zukäme, deshalb wesentlich nach, weil ihr ein den chemischen Formeln entsprechender Inbegriff des grade vorliegenden Körpers fehle. Das, was die chemischen Stoffe und Stoffgruppen in erster Linie kennzeichne, sei immer dieselbe Kategorie von Eigenschaften, und zwar die, welche mit Fug und Recht als die wesentliche angesehen werden könne, nämlich die Zusammensetzung. Was aber sei das Wesentliche an einer Tier- oder einer Pflanzenart? Das eben wüssten wir nicht, und daher komme es, dass von einem neu entdeckten Tiere, das Haare besäße und seine Jungen säuge, wohl mit hohem Grade der Wahrscheinlichkeit gesagt werden könne, dass sein zentrales Blutgefäßsystem linksseitig entwickelt sei, sowie dass es noch andere bestimmte Eigenschaften hätte, dass aber nie die Existenz grade dieses Tieres mit diesen bestimmten Eigenschaften als notwendig in eine Reihe gehörig, hier einen bestimmten Platz ausfüllend, erkannt werden könne.

In diesen Erörterungen Driesch's über Systematik ist vieles Wahre enthalten, aber Driesch's Auffassung der biologischen Systematik ist eine verfehlte. Die Frage, was das Wesentliche an einer Tier- oder einer Pflanzenart sei, ist nicht dahin zu beantworten, dass wir darüber nichts wüssten. Unsere Kenntnisse gestatten uns vielmehr die bestimmte Antwort, dass das Wesentliche an einer Tier- und Pflanzenart die Art und Weise, wie ihre Vertreter aus einzelnen Zellen und wie diese letzteren zusammengesetzt sind, ist, und zwar handelt es sich erstens darum, in welcher Lage sich die Zellen zu einander befinden, und zweitens darum, wie die einzelnen Arten verschiedener Zellen auf verschiedene Körperteile verteilt sind. Was den ersteren Punkt anlangt, so können die Zellen etwa in einer Reihe hintereinander liegen, d. h. eine Zellenschnur oder einen Zellenfaden bilden, wie wir es bei manchen Algen antreffen. Sie können zweitens eine aus einer Zell-

schicht bestehende Fläche darstellen, und zwar entweder eine ebene, oder eine kugelförmige u. s. w., und endlich können sie drittens einen mehrschichtigen Körper bilden. Dieser kann nun verschiedene geometrische Grundformen haben. Er kann kugelförmig, eiförmig, strahlenförmig oder zweiseitig-symmetrisch sein, kurz er wird durch die Symmetrieverhältnisse seiner einzelnen Teile charakterisiert. Aber neben diesen spielt auch die Anzahl seiner Zellen eine große Rolle, insofern als mit der Vergrößerung der Anzahl der Zellen auch die Anzahl der Figuren, in welchen die Zellen angeordnet sein können, wächst. Da die Anzahl der Zellen nur eine ganze Zahl sein kann, und da die Anzahl der Symmetrieverhältnisse, die es überhaupt gibt, ihren Hauptkategorien nach eine beschränkte ist, so haben wir hier ein Beispiel von einer inbezug auf die Symmetrieverhältnisse beschränkten aber inbezug auf die Anzahl der Zellen unbeschränkten Konstantenbestimmung vor uns. Die biologische Systematik hat also, insofern die Anordnung und die Anzahl der Zellen in einem Organismus in Betracht kommt, große Aehnlichkeit mit der chemischen Systematik, denn wir dürfen nicht vergessen, dass wir im Grunde genommen von Eigenschaften der chemischen Verbindungen nicht reden können, sondern dass wir nur solche Eigenschaften wirklich wahrnehmen, die unbekannten chemischen und physikalischen Prozessen im Innern unseres Gehirns entsprechen. Die Eigenschaften, die wir den chemischen Verbindungen zuschreiben, gehen uns also gar nichts an, insofern als sie noch lange nicht Gegenstand der Forschung sein können. Für uns können die chemischen Verbindungen nur Atomenkomplexe sein, in welchen die einzelnen Atome in bestimmter Weise angeordnet sind, und die Atome selbst haben wir uns wieder als Komplexe von in bestimmter Weise angeordneten Uratomen zu denken. Was also die Anordnung der einzelnen Teile im Körper anbelangt, so steht die biologische Systematik auf ganz derselben Stufe wie die chemische. Die Tier- und Pflanzenkörper sind Gleichgewichtszustände von Zellen, ganz ebenso wie die chemischen Molekule Gleichgewichtszustände von Atomen sind. Und wenn wir für die letzteren Reihen aufstellen, wenn wir ein Molekül mit einer bestimmten Anordnung der Atome als notwendig in eine Reihe gehörig nachweisen können, so wird ein solcher Nachweis auch inbezug auf Tier- und Pflanzenkörper möglich sein.

Die biologische Systematik bietet aber auch insofern eine Parallele zu der chemischen, als die Moleküle der Chemie aus verschiedenartigen Atomen zusammengesetzt sein können, ebenso wie die Tier- und Pflanzenkörper aus verschiedenartigen Zellen. Und da die chemischen Verbindungen auch inbezug auf ihre Zusammensetzung aus verschiedenen Atomen einer bestimmten Gesetzmäßigkeit unterworfen sind, so dürfen wir ein Gleiches auch von den Tier- und Pflanzenkörpern erwarten. Näher auf diese Frage einzugehen, ist hier nicht

der Ort, genug, dass wir wenigstens soviel erkennen, dass auch der biologischen Systematik die Möglichkeit nicht abgeht, Gruppen von Tier- und Pflanzenformen, die inbezug auf die Zusammensetzung aus Zellen und die Eigenschaften der letzteren bestimmten Kategorien angehören, zu unterscheiden.

Nachdem Driesch durch einen Vergleich der Morphologie mit Physik und Chemie festgestellt zu haben glaubt, was sie nicht ist, und was sie nicht kann, geht er dazu über „Positives über ihr Wesen und ihre Methodik auszusagen".

Wie es im Bereiche der Chemie eine spezielle Disziplin gäbe, welche die Eigenschaften der einzelnen Stoffe und ihre Beziehungen zu einander erforsche, und eine allgemeine Disziplin, welche die in allen chemischen Vorgängen sich äußernde chemische Energie zum Gegenstand habe, so zerfiele auch die Morphologie in eine allgemeine und in eine spezielle Wissenschaft von den Organismenformen. Die Aufgabe der speziellen Morphologie sei es, die Formen der Naturkörper zunächst rein beschreibend vollständig kennen zu lehren, dann aber auch ihre Beziehungen zu einander zu ermitteln. Zu dem letzteren Zweck bediene sie sich des Experimentes.

Dieser Anschauung haben wir entgegen zu halten, dass das Experiment nicht genügend ist, um die Beziehungen der Organismenformen zu einander kennen zu lehren, wenigstens nicht das von Menschen angestellte. Es genügt hier, daran zu erinnern, dass auch die Natur Experimente anstellt, und zwar Reihen von Experimenten, und dass wir auch aus diesen recht viel lernen können. Driesch hat ganz Recht, wenn er sagt, dass durch die Thatsache eines genetischen Zusammenhangs verschiedener organischer Körper, wenn sie auch noch so sicher sei, und zwar nicht bloß im allgemeinen, sondern auch im besondern, gar nichts gewonnen sei, sofern nicht für jede einzelne Umwandlung der Formen eine besondere Ursache und ihr Effekt angegeben würde. Darnach soll ja grade die historische Forschung trachten, die besonderen Ursachen für die Umbildung der einzelnen Formen anzugeben, und wenn Driesch sagt, die hypothetische Behauptung der Thatsache möge immerhin dem hier entscheidenden Versuch den Weg weisen können, so gibt er damit zu, dass die historische Erforschung der stammesgeschichtlichen Vorgänge und die genaue Beobachtung der keimesgeschichtlichen nicht so sehr zu verachten ist, wie er es uns sonst glauben machen möchte. Wenn es nach Driesch die Aufgabe der speziellen Morphologie ist, die Formen der Naturkörper zunächst rein beschreibend kennen zu lernen, dann hat sich diese beschreibende Morphologie auch auf die historischen Vorgänge innerhalb der Organismenstämme und der Individuen zu erstrecken. Freilich soll nach Driesch die Kenntnis der umzu-

wandelnden Form und die des umwandelnden Faktors gar nichts dazu nützen, das Resultat vorauszusagen, weil von den Umwandlungsursachen behauptet werden müsse, dass sie etwas der Form nach Neues in die Erscheinung treten ließen, dass sie als „Reize" wirkten, Formenauslöser seien. Es sei vielmehr nötig, dass bei jedem Umwandlungsvorgange alle drei Bestandteile, der Ausgangspunkt, der Endpunkt und der vermittelnde Faktor einzeln für sich durch die Beobachtung ermittelt würden. Wenn man Wasserstoff und Sauerstoff durch Wärme zu Wasser vereinige, so wären aus den Eigenschaften des Wasserstoffs und denen des Sauerstoffs und der Wärme diejenigen des Wassers nicht vorauszusagen. Diese Thatsachen bedingten es, dass die Morphologie der Organismen und die Chemie so vorwiegend auf Erfahrung beruhende Disziplinen seien.

Dem gegenüber müssen wir wiederholt darauf hinweisen, dass wir von den eigentlichen Eigenschaften der Stoffe und Kräfte, also in unserem Falle von denen des Sauerstoffs, des Wasserstoffs, des Wassers und der Wärme, nichts wissen, insofern als ja die „Eigenschaften", die wir diesen Stoffen und der Wärme zuschreiben, eigentlich Eigenschaften von chemikalischen oder physikalischen Prozessen sind, die in unserem Gehirn vor sich gehen. Für die Naturforschung kann die Eigenschaft eines Sauerstoff- oder eines Wasserstoffatoms nur in der Art und Weise seiner Zusammensetzung aus Atomen des Urstoffes bestehen. Es handelt sich bei den „Eigenschaften" der chemischen Elemente um weiter nichts, als um eine verschiedene Anordnung von Atomen des Urstoffes in den Elementatomen, und eine solche können wir verstehen. Die Aufgabe der Chemie ist es eben, alle chemischen Elemente auf einen Urstoff zurückzuführen, und ihre Eigentümlichkeiten aus denen des Urstoffes zu erklären. Ebenso ist die Wärme für die Mechanik lediglich eine Bewegungsform.

Wenn demnach die Atome von Sauerstoff und Wasserstoff Gleichgewichtszustände des Urstoffes vorstellen, so kann die Wärme, weil sie Bewegung ist, auf diesen Gleichgewichtszustand einwirken, und eine derartige Einwirkung würden wir verstehen können, wenn wir die Zusammensetzung der Atome der chemischen Elemente aus Atomen des Urstoffes kennten. Die Möglichkeit, dass wir einmal zu einer befriedigenden Einsicht in diese Zusammensetzung gelangen, lässt sich durchaus nicht von der Hand weisen. Wenn wir aber einmal so weit sein werden, dann wird es auch möglich sein, vorauszusagen, was bei der Vereinigung zweier verschiedener Elemente geschehen wird. Aus der Konstellation der Urstoffatome in den miteinander in Berührung kommenden Atomen der chemischen Elemente wird sich die Konstellation der Urstoffatome in den Molekülen der aus der Vereinigung der Elemente hervorgehenden Stoffe mit Notwendigkeit ergeben. Dass Driesch dies nicht eingesehen hat, liegt daran,

dass er den Stoffen und Kräften Qualitäten zuschreibt, die sie nicht haben.

Die Annahme aber eines „morphologischen Reizes" im besonderen, sowie von „Reizen" im allgemeinen, ist haltlos.

Wenn irgendwo in der Natur eine Veränderung vor sich geht, so geschieht dies nicht infolge eines „Reizes", sondern deshalb, weil Kräfte auf ein System von Bewegungen oder auf ein Gleichgewichtssystem einwirken. Wenn ein Gemenge von Wasserstoff und Sauerstoff, sobald eine Flamme mit ihm in Berührung gebracht wird, explodiert, so ändert die Flamme, weil sie eben warm ist, und weil Wärme in Bewegung besteht, den Bewegungsmodus in dem Gasgemenge. Dadurch wird den chemischen Spannkräften des Sauerstoffs und des Wasserstoffs die vorher nicht vorhandene Gelegenheit gegeben, sich zu bethätigen; es wird das Gleichgewichtssystem des Gemenges direkt durch die Wärme geändert.

Um etwas anderes handelt es sich auch bei morphologischen Reizen nicht. Auch die Körper der Tiere und Pflanzen sind Gleichgewichtssysteme, und diese letzteren müssen sich dadurch, dass das Gleichgewicht infolge von von außen kommenden störenden Bewegungen verändert wird, gleichfalls ändern. Die Aufgabe der morphologischen Systematik ist es, die Ursachen der Veränderungen in jedem einzelnen Fall aufzudecken. Wenn also Driesch sagt, dass es das letzte in weiter Ferne liegende Ziel der speziellen Morphologie sei, die Anordnung der Formen in Reihen, in ein System, aus einem allgemeinen Gesichtspunkt als gesetzmäßig oder notwendig beschränkt zu erkennen, dass aber damit über die Ursache dieses seiner naturgesetzlichen Existenz nach zeitlosen, wenn schon vielleicht, nämlich dann, wenn die Abstammungslehre richtig sei, historisch realisierten Systems, oder, was dasselbe sei, über die Ursache der Existenz seiner Konstituenten nichts ausgesagt werden könne, so ist dem zu entgegnen, dass es sich hierbei nur um die allerletzten Konstituenten, nämlich um die Atome des Urstoffes und deren Eigenschaften handeln kann, nicht aber um die Körperformen der Organismen. Diese sind, prinzipiell wenigstens, in letzter Linie auf die Eigenschaften der Uratome zurückzuführen, als Kombinationen von verschieden angeordneten Uratomen zu betrachten.

Für den Naturforscher ist demnach das Feld der Systematik keineswegs ein ziemlich verschlossenes, wie Driesch meint, sondern ein äußerst reiches, denn es gilt nicht nur, alle möglichen chemischen Molekülе und Elementatome, sondern überhaupt alles, was in der Welt ist, auf Kombinationen von Uratomen zurückzuführen. Da die Uratome unveränderliche, ewige Eigenschaften haben müssen, so müssen sich aus diesen die Gesetze der Formbildung ableiten lassen.

Das gilt aber nicht bloß für solche Formen, die sich gleich denen der chemischen Moleküle und der Krystalle auf nur verhältnismäßig kleinen Umwegen auf die Formenverhältnisse der Uratome zurückführen lassen, sondern auch für Formen von Gebilden, die größeren Zufälligkeiten unterworfen sind als Moleküle und Krystalle. Als der Form nach absolut unveränderlich können wir nur die Atome des Urstoffs betrachten; alles, was aus diesen zusammengesetzt ist, ist veränderlich, weil alle direkt oder indirekt aus Uratomen zusammengesetzten Gebilde Gleichgewichtszustände darstellen, die selbstverständlich mehr oder weniger von ihrer Umgebung abhängen. Von dieser hängt es ab, in welcher Krystallform etwa der Schwefel oder der kohlensaure Kalk krystallisieren sollen, und welche Form die Schneesterne, die sich in der Luft bilden, haben sollen. Bekanntlich ist grade die Form dieser letzteren außerordentlich variabel. Aber an einem und demselben Wintertage finden wir durchweg dieselbe Form von Schneekrystallen, und auch die Formen anderer Krystalle werden sehr wesentlich von den umgebenden Verhältnissen beeinflusst. Dass die Schwankungen die hier stattfinden, immerhin nur innerhalb gewisser Grenzen erfolgen, liegt daran, dass die Krystalle Gebilde von verhältnismäßig einfacher Zusammensetzung sind, und dass die Moleküle, die den Krystall aufbauen, sehr eng und deshalb fest miteinander verbunden sind. Anders bei den Organismen. Die Tiere und Pflanzen enthalten eine große Menge von Wasser; es ist deshalb keine so feste Verbindung zwischen den einzelnen Bestandteilen ihres Plasmas möglich; diese können sich gegeneinander verschieben. Dazu kommt, dass die Organismen nicht aus einem einheitlichen Stoffe bestehen, sondern aus einer großen Anzahl verschiedener Stoffe, und wenn diese sich auch größtenteils erst nach und nach im Verlauf der Keimesgeschichte bilden mögen, so ist doch die Eizelle immerhin schon verhältnismäßig reich daran. Aus diesem Grund lässt sich die Formenbildung bei den Organismen gar nicht ohne weiteres mit der bei den Krystallen vergleichen. Aus dem Umstand, dass die Stoffe, aus welchen die Organismen aufgebaut sind, sehr stark mit Wasser vermischt sind, dass die organisierten Körper gewissermaßen inbezug auf ihren Aggregatzustand zwischen dem festen und flüssigen Aggregatzustand die Mitte halten, können wir von vornherein schließen, dass ihre Formen bis zu einem gewissen Grade mehr oder minder „zufällige“ sind, d. h., dass sie viel leichter von der Umgebung beeinflusst werden, als die der Krystalle. Allerdings sind die Organismen nicht in so hohem Grade von Zufälligkeiten abhängig, wie etwa die Formen, welche Flüssigkeiten annehmen.

Die äußere Form einer Flüssigkeit richtet sich nach der Form des Gefäßes, in welcher sie enthalten ist, aber immerhin ist auch die Form einer Flüssigkeit nicht gänzlich unabhängig von der Natur des Stoffes aus welchem sie besteht. Quecksilbertropfen nehmen eine andere

Form an, als Wassertropfen, wenn man beide auf eine Tischplatte bringt, weil die Adhäsion des Wassers an Holz und andere Stoffe größer ist als die des Quecksilbers, und die Kohäsion des letzteren stärker als die des Wassers. So ließe sich eine lange Reihe von Uebergangsstufen zwischen dem festen und dem flüssigen und zwischen diesem und dem gasförmigen Aggregatzustand feststellen. Die Wolken halten gewissermaßen die Mitte zwischen flüssigem und gasförmigem Aggregatzustand, und ihre Formen sind allerdings im hohen Grade zufällig; aber gänzlich unabhängig von dem Stoffe, aus welchem sie bestehen, sind auch die Wolken nicht, und trotz der großen Zufälligkeit ihrer Formen ist dennoch eine Klassifikation der Wolken möglich, wie der Umstand zeigt, dass man verschiedene Wolkenformen mit verschiedenen Namen belegt hat, dass man Cumulus-, Stratus-, Cirruswolken und andere mehr unterscheidet.

Wenn es nun das letzte in weiter Ferne liegende Ziel aller Morphologie ist, die Reihen der Formen, oder, was dasselbe ist, ihr System aus allgemeineren Gesichtspunkten als gesetzmäßig oder notwendig beschränkt zu erkennen, so können wir hinzufügen, dass diese Aufgabe da am leichtesten ist, wo es sich um Formen von einfacher Struktur handelt, und um solche, die dem festen Aggregatzustand angehören. Wird der Aggregatzustand flüssig oder luftförmig und wird zu gleicher Zeit die Substanz, aus welcher die betreffenden Körper bestehen, komplizierter inbezug auf ihre Zusammensetzung aus verschiedenen Stoffen, so wird die Erkenntnis des gesetzmäßigen Zusammenhangs der Formen schwieriger. Am schwierigsten ist sie bei luftförmigen Gebilden, wie es die Wolken sind, aber rein zufällig sind auch die Formen der Wolken nicht. Deshalb ist es nicht zutreffend, wenn Driesch sagt, für den Biologen, der die Formen in dem Sinne als zufällige Produkte ansehe, in welchem es die Wolken sind, oder ein Haufen zusammengeworfener Steine, oder auch alle auf der Erde vorkommenden Inseln, existiere das Problem der Systematik, die Forderung einer Zurückführung der Formenreihen auf das Gesetz, nicht. Die Formenbildung hängt unter allen Umständen von den durch die Natur der Uratome gegebenen Naturgesetzen ab, und deshalb fragt Driesch ungerechtfertigter Weise, warum die modernen Biologen vergleichende Formenkunde trieben. „Sie wissen ja, sagt er, dass kein besonderes Gesetz die Reihen der Formen beherrscht. Was hat denn die Mannigfaltigkeit für ein Interesse? Was für einen Wert hätte eine ‚Systematik der Inseln'?"

Dass diejenigen Biologen, die die Anschauungen Driesch's nicht teilen, wüssten, dass kein besonderes Gesetz die Formen beherrsche, ist eine Behauptung, die mit den Thatsachen in Widerspruch steht. Im Gegenteil gibt es eine genügende Anzahl Biologen, die vollkommen von der Gesetzmäßigkeit der Formenwelt durchdrungen sind, nur darf

man die verschiedenen Naturkörper, an welchen wir Formenverhältnisse wahrnehmen, nicht unterschiedslos in einen Topf werfen. Der Aggregatzustand der Organismen ist ein anderer, als der der Krystalle, und deshalb zeigen sich die formenbildenden Kräfte an ihnen in anderer Weise als bei den letzteren. Die Mannigfaltigkeit der Formen bei den Organismen hat deshalb ein ebenso großes Interesse, wie die der Krystalle, ja, ein noch weit größeres, weil das Gesetz hier viel schwieriger zu ermitteln ist, weil die Formen der Organismen auf einem weit größeren Umwege zustande kommen, als die der Krystalle, weil der Abstand, der die Form eines organisierten Körpers von der eines Uratoms trennt, ein sehr viel größerer ist, als die Entfernung zwischen der Form des letzteren und der eines Krystalls. Die Organismenformen sind im Laufe der Zeit immer komplizierter geworden; es muss also historische Forschung eingreifen, um sie begreifen zu lehren. Je komplizierter eine Organismenform ist, desto längere Zeit ist nötig gewesen, um sie hervorzubringen. Das wissen wir aus der Keimesgeschichte der Tiere. Ein hoch entwickelter Organismus gebraucht viel mehr Zeit zu seiner Keimesentwicklung als ein tiefstehender. Zwar können wir zugeben, dass das System der Organismen seiner naturgesetzlichen Existenz nach zeitlos ist, wenn es auch historisch realisiert werden muss; aber wenn wir die Form eines bestimmten Organismus begreifen wollen, so kann uns nur historische Forschung dazu verhelfen. Ein Walfisch etwa, der ein in nahezu jeder Beziehung dem Leben im Meere angepasstes Säugetier ist, kann inbezug auf seine spezifische Form nur auf historischem Wege begriffen werden. Aber trotz dieser Behauptung leugnen wir nicht, dass die Entwicklung der Formen gesetzmäßig vor sich gegangen ist.

Uebrigens hat auch eine Systematik bei solchen Gebilden Interesse, deren Form ein reines Zufallsprodukt zu sein scheint. Wenn Driesch fragt, was für einen Wert eine Systematik der Inseln hätte, so antworten wir ihm, dass sie für die historische Biologie, und da diese die notwendige Voraussetzung der zu den Naturgesetzen durchdringenden biologischen Forschung ist, auch für diese, einen außerordentlich großen Wert hat. Man kann die Inseln in kontinentale und ozeanische einteilen, und zwar in alte und junge, in solche, die einen oder mehreren Festländern nahe liegen, und andere, die weit von allen Festlandsgestaden entfernt sind. Je nachdem nun das eine oder das andere der Fall ist, ist die tierische Bevölkerung der Insel von sehr verschiedenem Charakter. Durch die Lektüre von Wallace's „Island Life“ hätte Driesch sich davon überzeugen können, welch großen Wert auch die Klassifikation von Gebilden von rein zufälliger Form hat. Indessen herrscht absoluter Zufall ja nirgends, und auch die Systematik der Inseln würde schließlich für die Erforschung der Naturgesetze einige Bedeutung haben. Immerhin tritt

eine historische Klassifikation der Inseln, wie wir uns ausdrücken dürfen, besitzt. Je weniger die Gesetzmäßigkeit der Formen ohne weiteres in die Augen springt, desto bedeutungsvoller wird die historische Forschung. Auch eine Insel ist Teil eines Gleichgewichtssystemes; wir haben es freilich hier mit einem Gebilde von außerordentlich komplizierter Zusammensetzung zu thun. Wenn wir aber die Insel als einen Teil der Erde ansehen, wenn wir sie nicht aus unserem Planeten herausreißen und für sich betrachten, wie es Driesch mit den Formen der Organismen macht, dann gewinnen wir ein Verständnis für die Bedeutung, die einer Systematik zusammengesetzter Gebilde, deren Form zunächst eine rein zufällige zu sein scheint, zukommt. Auch solche Formen sind, da sie Gleichgewichtszustände darstellen, dem Naturgesetz unterworfen, und demnach lassen sich alle Formen ohne Ausnahme in ein System bringen.

Es ist also durchaus verkehrt, für das Komplizierte ohne weiteres ähnliche Bildungsweisen anzunehmen, wie für das Einfache. Das thut Driesch, wenn er die Formen der Organismen als etwas letztes betrachtet. Nicht einmal die Krystallformen sind etwas letztes; sondern ewig sind nur die Formen der Uratome. Da die Uratome untereinander gleich sind, so hebt Systematik erst mit den zusammengesetzten Dingen an, und sie wird um so schwieriger, d. h. die Zurückführung auf die Formen der Uratome kann nur auf desto längeren Umwegen erfolgen, jemehr die Komplikation in der Zusammensetzung zunimmt. Aber das Gesetz ist schließlich überall zu erkennen.

An die Erörterung des Problems der Systematik knüpft Driesch die der Aufgaben der Physiologie. Wir wären, sagt er, bei dem Versuch ihrer Feststellung auf den Begriff des Morphologischen gestoßen und hätten erkannt, dass die physiologischen Vorgänge vielleicht nichts anderes wären als auf Grund der Struktur des Substrates eigenartig kombinierte physikalische und chemische; die Physiologie sei somit, entgegen einer weit verbreiteten Ansicht, der sie mit Unrecht eine vornehmere Disziplin sei als die Morphologie, als Anhang der letzteren dargethan. Ihre eigenartige Methode sei darin begründet, dass die morphologische Basis der physiologischen Vorgänge meist unbekannt sei, und dass das Streben des Forschers eben darauf ausgehe, die in Betracht kommenden Formenverhältnisse indirekt durch Schlüsse zu ermitteln, um dadurch die Funktion der Organe, also etwa die Fortleitung eines „Reizes“ durch einen Nerven, aus der Struktur des letzteren verständlich zu machen, die Wirkung des Organs bei gegebener Struktur und gegebenen physikalischen und chemischen Agentien als notwendig darzuthun. Das Objekt der Physiologie sei somit nicht Mechanismus, wenigstens nicht als erstes, es sei Mecha-

nismus auf Basis von Struktur. Für jede denkbare geforderte Leistung sei bei gegebenen physikalischen Kräften eine Struktur, eine Maschine zu ersinnen.

Diese Ausführungen Driesch's sind bis zu einem gewissen Grade richtig. Die Physiologie hat überhaupt nur einen Sinn, wenn ihr entweder die morphologische Forschung voraufgegangen ist, d. h. wenn diese den Bau des Organismus bis in alle Einzelheiten festgestellt hat, oder wenn sie es sich selbst zur Aufgabe macht, die Struktur eines Organs aus den sich an diesem Organ abspielenden Erscheinungen aufzuklären.

Allein ganz genau trifft das, was Driesch über die Physiologie denkt, nicht zu. Driesch macht den Fehler, den Organismus mit einer Maschine zu vergleichen. Dieser oft angewandte Vergleich leistet zwar in mancher Beziehung sehr wesentliche Dienste, aber er trifft, genau genommen, nicht zu. Eine Maschine ist etwas Fertiges. Sie wird durch ihre Thätigkeit nicht verändert, und bei dem Bau der Maschine trachtet man darnach, sie so einzurichten, dass sie so bleibt, wie sie sein soll. In dieser Beziehung unterscheidet sich ein Organismus prinzipiell von einer Maschine. Die einzelnen Organe des Tier- und Pflanzenkörpers werden durch den Gebrauch verändert, und zwar wird der Stoffwechsel nicht bloß in Gang gehalten, es werden nicht nur Substanzen verbraucht und wieder ersetzt, sondern Organe, die stark gebraucht werden, wachsen auch, solche die nicht genügend in Anspruch genommen werden, verkümmern, und Organe, die in anderer Weise als bisher benutzt werden, ändern ihre Struktur.

Die Anordnung der festen Substanz in den Knochen entspricht genau den Anforderungen, die an die Knochen gestellt werden; wo die Knochen z. B. einen starken Druck auszuhalten haben, ist viel Knochensubstanz angehäuft, und die Anordnung der Knochenbälkchen ist eine genau mechanischen Prinzipien entsprechende. Wird aber ein Knochen in anderer Weise in Anspruch genommen, als es in der Regel üblich ist, was dann geschieht, wenn er nach einem Bruch schief zusammenheilt, so wird, nachdem er wieder in Gebrauch genommen ist, die Anordnung seiner Knochenbälkchen allmählich verändert, sodass sie den neuen Anforderungen entspricht; Teile des Knochens aber, die nicht mehr gebraucht werden, die keinen Druck oder Zug mehr auszuhalten haben, verkümmern.

Aus alledem geht hervor, dass die Thätigkeit der Organe dazu notwendig ist, die Organe in dem ihnen zukommenden Aufbau zu erhalten. Die physiologischen Prozesse brechen gewissermaßen fortwährend die einzelnen Teile der Maschine, an der sie sich abspielen, ab, um sie sofort von neuem wieder aufzubauen. Ihr Wesen ist also ein formzerstörendes und formenaufbauendes und dadurch ein formenerhaltendes und formenveränderndes, kurz ein formenschaffendes,

morphogenetisches Prinzip, und alle Vorgänge in und an dem Organismus, die keine Bedeutung für den Formenaufbau des Körpers haben, sind keine physiologischen Vorgänge.

Ein physiologischer Vorgang ist die Thätigkeit unserer Atemmuskeln, dagegen ist das Einströmen der Luft in die Lunge, das eine Folge der von den Atemmuskeln hervorgebrachten Erweiterung der Brusthöhle ist, ein rein physikalischer Vorgang; und zwar ist die Thätigkeit der Atemmuskeln deshalb ein physiologischer Vorgang, weil Muskelthätigkeit nur durch den Verbrauch von Muskelsubstanz ermöglicht wird. Es geht deshalb nicht an, die physiologischen Vorgänge von denen, welche Driesch allgemein morphodynamische oder entwicklungsmechanische nennt, zu trennen.

Er hätte, sagt Driesch, den Begriff der Physiologie in dem meist üblichen Sinne als Funktionslehre aufgefasst; dann führe er auf Morphologie. Man habe jedoch das Wort Physiologie auch wohl angewandt auf die Lehre von den allgemeinen Gesetzen der Formengestaltung. In diesem Sinne würde die Wissenschaft der Physiologie sich decken mit demjenigen Gebiete der Biologie, das man als allgemeine Morphodynamik oder Entwicklungsmechanik bezeichnet. Was Driesch darunter versteht, wollen wir an der Hand seiner Ausführungen nunmehr kennen lernen.

Nach der Definition des eigentlichen systematischen Begründers der Entwicklungsmechanik, Wilhelm Roux's, sei diese die Wissenschaft von der Beschaffenheit und den Wirkungen derjenigen Kombinationen von Energie, welche Entwicklung hervorbrächten. Entwicklung heißt nach Driesch spezifische Formgestaltung. Die Entwicklungsmechanik erforsche das allen Formbildungsvorgängen Gemeinsame, sie könne daher ihr Resultat streng genommen an einem einzigen Objekt gewinnen, da sie von den Verschiedenheiten und dem Spezifischen abstrahiere. Sie könne vielleicht unter den Begriff des Mechanismus fallen. Verfehlt wäre der Name Entwicklungsmechanik für die allgemeine Morphologie, wenn es sich herausstellen sollte, dass ein dem nisus formativus Blumenbachs ähnlicher unfassbarer Regulator gleichsam über der Form schwebe. Ueber diese Dinge wüssten wir nichts, es sei uns jedoch nach allgemein anerkanntem Grundsatz vorgeschrieben, die Lehre von der allgemeinen formbildenden Wirkungsweise, d. h. die Entwicklungsmechanik, den Lehren von den allgemeinen Wirkungsweisen in der anorganischen Natur, d. h. der Physik, für prinzipiell koordiniert zu halten, bis das Gegenteil hiervon bewiesen sei. Der Beweis dieses Gegenteils freilich würde unsere ganze Weltanschauung über den Haufen werfen. Aber wenn auch dieser Beweis nicht geführt werden sollte, so würde die Koordination von Entwicklungsmechanik und Physik immer nur eine vage sein, denn

der Name Entwicklungsmechanik müsste mehr als Analogie, denn als wirklicher Ausdruck des Sachverhalts gelten. Entwicklungsenergie sei denn doch etwas ganz anderes als Bewegungsenergie, Wärme, Licht und Elektrizität, auch als chemische Energie; durch sie entstände Spezifikation an einem gleichartigen Ganzen. Entwicklungsmechanik sei die Lehre vom geordneten Wachsen. Das Wort Mechanik oder Mechanismus dürfe dabei nur ganz allgemein als Gegensatz zur Metaphysik verstanden werden, und insofern könnte die Lehre von der Entwicklungsenergie oder von der Lebenskraft dem physikalischen Mechanismus koordiniert sein. Die „Lebenskraftlehre" stände zwischen Mechanismus und Tektonik gewissermaßen in der Mitte. Durch Mechanismus führe die Entwicklungsenergie zur Tektonik. Wenn also selbst der ganz allgemeine Ausdruck Entwicklungsmechanik cum grano salis und selbst dann noch „gleichsam optimistisch" zu verstehen sei, dann wäre es klar, wie beschränkt jene Ansicht sei, die „im Leben" ein Problem sehe, das prinzipiell nicht nur mechanistisch, sondern sogar physikalisch-chemisch, d. h. in unsere Physik und Chemie auflösbar sei.

Es ist Driesch entgangen, dass er sich durch diese Ausführungen wieder sehr der Annahme eines Bildungstriebs, eines unfassbaren Regulators, der gleichsam über der Formbildung schwebt, genähert hat. Wenigstens hat er es unterlassen, die Unterschiede zu bezeichnen, die zwischen Blumenbach's nisus formativus und der „Entwicklungsenergie" oder „Lebenskraft" von Driesch bestehen. Wie die „Lebenskraftslehre" der Physik prinzipiell koordiniert sein kann, wenn die „Lebenskraft" Spezifikation an einem gleichartigen Ganzen bewirkt, also als ganz unfassbarer Regulator über der Formbildung schwebt, das ist nicht einzusehen. Die Annahme eines Entwicklungsprinzips nach Art der „Entwicklungsenergie" oder „Lebenskraft" von Driesch wirft in der That, ebensogut wie die des Blumenbach'schen Bildungstriebes, unsere ganze Weltanschauung über den Haufen.

Driesch's Ausführungen über Teleologie bleiben uns noch zu betrachten.

Diese leitet er mit einer kurzen Zusammenfassung seiner Charakteristik der Aufgaben der Biologie ein. Mit alleiniger Ausnahme des entwicklungsmechanischen Problems seien diese durchaus spezieller Natur, gleich denen der Chemie. Wie uns in der Chemie die Kenntnis eines Stoffes zur Kenntnis der Eigenschaften eines andern gar nichts nütze, so müsse auch jeder Tier- und Pflanzenkörper für sich studiert werden, und wenn zwischen den einzelnen Körpern Uebergangsbeziehungen vorhanden wären, so müsse doch für jeden Uebergang eine spezielle Ursache gesucht werden; auch die Wirkung dieser Ursache,

das durch sie bedingte Umwandlungsresultat, sei nicht vorherzusagen; es müsse empirisch ermittelt werden.

Wir haben gesehen, dass über die Natur der organischen Formen eine ganz andere Auffassung möglich ist, als die, welche Driesch sich zu eigen gemacht hat. Diese Auffassung besagt, dass alle organische Formbildung prinzipiell auf die Form der Uratome und auf die Gesetze, die das Gleichgewicht und die Bewegung dieser letzteren Gebilde beherrschen, zurückführbar ist. Die Form eines Tieres ergibt sich aus der Anordnung der Zellen im Körper, und diese muss sich zurückführen lassen auf die Anordnung und die Form der Plasmaelemente, aus welchen die Zellen zusammengesetzt sind. Die Form der Plasmaelemente ist auf die der sie zusammensetzenden Molekule zurückzuführen, und diese ergibt sich aus der Form der Atome, welche die Molekule konstituieren. Endlich ist die Form der Atome der chemischen Elemente auf die Form letzter Uratome zurückzuführen. Jeder Tier- und Pflanzenkörper stellt ein Gleichgewichtssystem dar, das einerseits durch die Eigenschaften seiner Konstituenten, als deren letzte wir die Uratome erkannt haben, anderseits durch die äußeren Einflüsse, die auf dieses Gleichgewichtssystem einwirken, bedingt wird. Was diese Einflüsse anlangt, so ist allerdings in jedem einzelnen Fall eine spezielle Ursache dafür zu ermitteln. Wenn wir aber soweit wären, die Formen der Organismen aus den Formen der Uratome herzuleiten, und wenn wir die Gesetze, die das Gleichgewicht und die Bewegung der letzteren beherrschen, kennen würden, so würden wir sicher für Formenveränderungen, deren Ursachen wir ermittelt haben, das Umwandlungsresultat voraussagen können. Es ist also falsch, dass uns die Kenntnis der Eigenschaften eines organischen Körpers nichts nützt zur Kenntnis der Eigenschaften eines andern. Die allgemeinen Eigenschaften der Organismen sind dieselben insofern, als sich alle organischen Formen in letzter Linie auf die Formen der Uratome und die Gesetze des Gleichgewichts und der Bewegung, die für die Uratome gelten, zurückführen lassen. Würden wir die erforderlichen Kenntnisse besitzen, so würden wir in jedem einzelnen Fall sagen können, was aus einer Form werden muss, wenn eine umbildende Ursache auf sie einwirkt. Wir würden die Form, die aus dieser Einwirkung hervorgeht, voraussagen können, und wir würden überhaupt alle möglichen organischen Formen von vornherein konstruieren können, wenn wir genau wüssten, auf welche Weise ein einziger organischer Körper zu Stande kommt.

Wir können demnach Driesch nicht Recht geben, wenn er sagt, dass sich die Physik dadurch von der Biologie und von der Chemie unterscheide, dass die Zahl der elementaren, hinzunehmenden Thatsachen bei ihr geringer sei, dass der empirische Charakter der Forschung bei ihr zurücktrete gegen den logisch deduktiven. Es ist ver-

kehrt, die Physik in einen solchen Gegensatz zu der Biologie und zu der Chemie zu bringen. Die Physik, oder sagen wir lieber die Mechanik, hat es mit den allgemeinen Gesetzen des Gleichgewichts und der Bewegung zu thun. Die Chemie und Biologie wenden dagegen diese Gesetze auf spezielle Gebilde an, die Chemie auf die Moleküle, die Biologie auf die verschiedenen Individualitätstufen der Organismen. Allerdings sind sowohl in der Chemie als auch in der Biologie zunächst immer die nächsten Ursachen spezifischer Formbildung zu ermitteln. Wie das hochzusammengesetzte Eiweismolekül zu Stande kommt, das ist nur zu verstehen, wenn wir die Reihe von chemischen Prozessen, die zur Bildung des Eiweismoleküls führen, genau kennen, und ebenso müssen wir die stammesgeschichtlichen Prozesse, die zur Entstehung eines bestimmten Organismus geführt haben, genau kennen, wenn wir diesen Organismus hinsichtlich seiner speziellen Form begreifen wollen; aber die Zahl der elementaren, hinzukommenden Thatsachen ist in der Chemie und in der Biologie ebenso gering wie in der Physik, denn die letzten Thatsachen der Chemie und der Biologie sind genau dieselben wie die der Physik, nämlich die Formen der Uratome und die für die Uratome geltenden mechanischen Gesetze oder, kürzer ausgedrückt, die letzten Thatsachen aller naturwissenschaftlichen Forschung sind die Eigenschaften der Uratome und die Anordnung der letzteren im Weltall. Driesch's Satz „die Physik ist Mechanismus, die Morphologie zum allergrößten Teil ist Tektonik" lautet deshalb, in unsere Sprache übersetzt: die Mechanik hat die allgemeinen mechanistischen Erscheinungen in der Natur zum Gegenstand, die Tektonik die speziellen. Wir können immerhin sagen, dass die Aufgabe der Tektonik die ist, die Struktur der Individuen, die uns in der Natur, sei es als chemische Moleküle, sei es als Krystalle oder als Organismen, entgegentreten, zu erforschen; aber die Tektonik steht nicht der Mechanik gegenüber, sondern sie ist Mechanik angewandt auf besondere Gegenstände.

Wir haben hier die allgemeine Mechanik schlechtweg als Mechanik bezeichnet; eine bessere Bezeichnung würde jedoch der Name Energetik sein, und zu dieser würde die Tektonik als spezielle Mechanik kommen.

„Es ist interessant" sagt Driesch, „dass auch die Chemie sich ihr Elementares durch Tektonik, nämlich durch Strukturformeln zu veranschaulichen sucht. Bewegung, d. h. Veränderung in Zeit und Raum, und Struktur, d. h. Lage im Raum, sind eben die Bedingungen, unter denen wir das Mannigfaltige begreifen."

Ganz richtig! Aber wir dürfen nicht die Struktur des Tier- und Pflanzenkörpers und auch nicht die der chemischen Moleküle als etwas Elementares auffassen, denn das Elementare sind das Uratom und die

Anordnung der Uratome im Weltall. Wäre Driesch zu dieser Ansicht durchgedrungen, so würden auch seine Anschauungen über Teleologie andere geworden sein.

„Während die physikalischen Theorien", sagt Driesch, „jeden sie Studierenden zu befriedigen pflegen und nur selten einmal eine Betrachtung auftaucht, die wir vorläufig ‚metaphysisch' nennen wollen, ist das namentlich bei den Ergebnissen der speziellen Morphologie nicht der Fall." Die Vergleichung eines Organismus mit einer Maschine zeige uns, warum es so sei. Wir vermöchten die Fabrikation der einzelnen Maschinenteile mechanisch, d. h. im Falle der Maschine physikalisch, zu begreifen, wie wir wohl auch einst das Wachsen eines Organismus mechanisch, d. h. in diesem Falle nicht metaphysisch, begreifen würden; wir vermöchten die Wirkungsweise der Maschine einzusehen, ebenso wie wir einst vielleicht das physiologische Wirken als Kombination physikalischer oder doch mechanischer Kräfte einsehen würden. Warum aber die Maschine da sei, das sage uns keine Ursache, sondern ein Zweck; weil man dies und jenes erzielen wolle, deshalb, aus diesem Motiv sei sie da. Der teleologische Gesichtspunkt der Beurteilung sei es, der Platz greife, wenn der kausale und der logisch begründende mit Notwendigkeit im Stiche ließen. Hätten wir nun die Naturgesetze, die Stoffe und die geformten Körper ihrer Unbegreiflichkeit nach parallelisiert, so schien daraus zu folgen, dass sie auch ihrer teleologischen Beurteilbarkeit nach vergleichbar seien, und das sei auch der Fall. Die allgemeinen Sätze der Mechanik, die Sätze der Optik wären zwar hinzunehmende Thatsachen; aber die teleologische Spekulation habe sich wirklich ihrer bemächtigt in den Sätzen, die unter dem Namen Satz des kleinsten Zwanges, der kleinsten Wirkung bekannt seien, und dass die teleologische Betrachtungsweise in der Physik sowenig gepflegt würde, läge daran, dass diese Wissenschaft der deduktiven Forschung so große und lohnende Aufgaben stelle; es wäre aber eine gewisse Einseitigkeit, die Bedeutung der teleologischen Betrachtung in der Physik leugnen zu wollen. Ganz anders lägen aber die Dinge in der Morphologie; grade die hinzunehmenden Elementarerscheinungen, das hier so, dort anders verteilte Wachsen sei im Gegensatz zu den einfachen Grundthatsachen der Physik ein so zusammengesetztes Ding, dass es zu vernunftmäßiger Reflexion gradezu dränge.

Das Nachdenken über diese Dinge hat Driesch zur Unterscheidung von verschiedenen Arten der Zweckmäßigkeit organischer Bildungen geführt.

Unter der genetischen Zweckmäßigkeit oder der Zielstrebigkeit versteht er die Thatsache, dass die keimesgeschichtlichen Vorgänge zur Bildung einheitlich geformter, einheitlich wirkender Organe, kurz zu einem einheitlichen Organismus führe. Driesch glaubt be-

wiesen zu haben, dass wir einen Grund, warum diese Wachstumsprozesse vor sich gehen, nicht anzugeben vermöchten, und er fragt, ob wir nicht in gewissem Sinne zufrieden gestellt wären, wenn wir sagten, sie gingen vor sich, damit sich der Körper bilde.

Der Zielstrebigkeit ist nach Driesch die Funktionszweckmäßigkeit nahe verwandt. Wie sehr diese Art des Zweckmäßigen in die Augen falle, zeige die Thatsache, dass der Physiolog es oft als seine wesentliche Aufgabe betrachte, den Zweck eines Organs als die nächste Ursache seiner Wirkungsweise darzuthun.

Die Aehnlichkeit der Tiere mit ihrer Umgebung oder mit anderen Tieren bezeichnet Driesch als äußere Formzweckmäßigkeit, die aber nicht, wie die vorigen Kategorien der Zweckmäßigkeit, das eigentliche Wesen des Organischen auszumachen schiene.

Endlich unterscheidet Driesch eine Reaktionszweckmäßigkeit, die sich z. B. darin äußere, dass durch Aussäen des Samens von Wasserpflanzen auf trockenen Erdboden hier eine neue zweckentsprechende Form entstände.

Diese letzte Kategorie zweckmäßiger Erscheinungen führt Driesch zur Erörterung des Verhältnisses der Kausalität zur Teleologie. Causa und Motiv dürften nicht mit einander verwechselt werden, sagt er; die eine mache nie das andere entbehrlich. Für jede morphologische Veränderung sei zwar eine wirkliche Causa gefordert; da aber diese Causa als „morphologischer Reiz" wirke, und da sich ihre Wirkung nicht vorhersagen lasse, so ginge die Causa nicht in der Wirkung auf, es bliebe ein Rest, der teleologisch zu beurteilen sei.

Diesen Erörterungen über Teleologie entzieht Driesch aber allen Boden, wenn er sagt, die Entwicklungsmechanik, die Lehre von der in Entwicklung sich äußernden Energieart, könne wohl einmal zu einer Theorie gelangen, die nicht nur normale Entwicklung, sondern auch Regeneration und andere Arten der Entwicklung gleichmäßig und zwar prinzipiell mechanistisch verständlich machte. „Aber schlösse das aus", fragt er freilich, „dass man dann sagen würde, man habe da ein Grundgesetz gefunden, welches eminent ‚zweckmäßig' sei?"

Wir können diese Frage mit nein beantworten und wir können Driesch auch darin zustimmen, dass das Außerachtlassen des Teleologischen ebenso falsch sei wie sein Gegenteil. Wenn wir das aber thun, dann gelangen wir notwendigerweise zu dem Ergebnis, dass sämtliche Naturgesetzee eminent zweckmäßig sind, dass die Formen der Uratome, die Gesetze, die deren Gleichgewicht und deren Bewegung beherrschen, sowie die Anordnung der Uratome im Weltall dazu da seien, grade diejenigen Erscheinungen hervorzubringen, die wir in der Welt sich abspielen sehen. Ueber die Annahme von Uratomen mit bestimmten Eigenschaften kann keine Wissenschaft hinausgelangen, und ebensowenig

über die einer ursprünglich gegebenen Anordnung dieser Uratome im Weltall, aus welcher mit Notwendigkeit die heutige Welt hervorgehen musste; und wenn wir diese Welt als Zweck setzen, dann allerdings müssen wir alles, was ihre Existenz herbeiführte, als eminent zweckmäßig bezeichnen.

Allein die Naturforschung hat kein Bedürfnis, nach dem Zweck der Welt zu fragen; noch viel weniger aber darf sie in den einzelnen Erscheinungen zweckmäßige Einrichtungen erblicken. Sie muss vielmehr alle Erscheinungen auf die Eigenschaften der Uratome und deren Anordnung im Weltall zurückführen, und beides betrachtet sie einfach als gegeben, ohne sich über sein Zustandekommen irgendwelche Vorstellungen zu bilden, denn sie weiß, dass sie die Grenzen des Naturerkennens nicht überschreiten kann. Aber bis zu dieser Grenze muss sie vordringen.

Wenn es möglich ist, dass, wie Driesch sagt, die Entwicklungsmechanik wohl einmal zu einer Theorie gelangen könne, die sämtliche Vorgänge der Entwicklung mechanistisch verständlich mache, so kann doch das nichts anderes heißen, als dass wir dazu gelangen können, die keimesgeschichtlichen Vorgänge mechanistisch aus der Anordnung der einzelnen Teilchen im entwicklungsfähigen Ei herzuleiten. Was aber soll uns hindern, diese Anordnung als etwas allmählich Gewordenes zu betrachten und sie gleichfalls mechanistisch auf ihr zeitlich vorausgehende Anordnungen, von denen sie abstammt, zurückzuführen? Dann gelangen wir aber dazu, nicht bloß den komplizierten entwickelten Körper auf die verhältnismäßig einfache Anordnung der einzelnen Teile im Ei zurückzuführen, sondern auch diese letztere aus einfacheren Bildungen herzuleiten und die Organismen als das Produkt chemischer und physikalischer Vorgänge, die sich zur Zeit der Entstehung der ältesten Organismen auf unserer Erde abspielten, zu betrachten. Wir gelangen ferner dazu, unsere Erde und das Sonnensystem, dem sie angehört, auf andere Formen der Anordnung der Materie, aus der unser Sonnensystem besteht, zurückzuführen, kurz, wir gewinnen die Ueberzeugung, dass nicht die Organismenformen etwas letztes sind, dass überhaupt die Form keines einzigen Naturkörpers etwas letztes ist, sondern nur die Form der Uratome und die Verteilung der letzteren im Weltall.

Ein Gleiches gilt von den verschiedenen Energiearten, vom Licht, von der Elektrizität, von der Wärme und von anderen Formen der Bewegung. Auch diese sind nur als verschiedene Formen einer und derselben Urenergie zu betrachten.

Driesch leistet also auf viel zu früher Stufe Verzicht auf Erkenntnis, wenn er die einzelnen Naturkräfte, die Stoffe und die Formen schon als das letzte betrachtet. Wenn er aber den Ausspruch Kants, den wir an die Spitze dieses Werkes gestellt haben, als zu Recht

bestehend angibt, so ist ihm ein in diesem Ausspruch enthaltener Irrtum des großen Philosophen entgangen.

„Es ist nämlich ganz gewiss", sagte Kant, „dass wir die organischen Wesen und deren innere Möglichkeit nach bloß mechanischen Prinzipien der Natur nicht einmal zureichend kennen lernen, viel weniger uns erklären können; und zwar so gewiss, dass man dreist sagen kann, es ist für Menschen ungereimt, auch nur einen solchen Anschlag zu fassen, oder zu hoffen, dass noch dereinst ein Newton aufstehen könne, der auch nur die Erzeugung eines Grashalms nach Naturgesetzen, die keine Absicht geordnet hat, begreiflich machen werde; sondern man muss diese Einsicht den Menschen schlechterdings absprechen."

Kant und mit ihm Driesch bringen durch diesen Satz die Organismen in einen Gegensatz zu den anorganischen Naturkörpern. Beide vergessen, dass die Welt etwas Einheitliches ist. Kein Naturforscher von heute wird den ungereimten Anschlag fassen, die Erzeugung eines Grashalms aus ungeordneten Naturgesetzen herzuleiten, aber ebensowenig wird er irgend etwas anderes durch ungeordnete Naturgesetze erklären wollen. Ob jedoch die Ordnung dieser Naturgesetze das Resultat einer Absicht ist oder nicht, kann dem Naturforscher völlig gleichgiltig sein. Wenn Kant jedoch meint, dass zur Erzeugung eines Grashalms jedesmal ein die Naturgesetze neu ordnender Eingriff einer Absicht nötig sei, so ist eine solche Meinung eine durchaus unwissenschaftliche. Wenn wir dergleichen als möglich annehmen, wenn wir die Welt ihres einheitlichen Charakters entkleiden, wenn wir sie als eine mangelhafte Maschine betrachten wollen, die fort und fort absichtliche Eingriffe von außen nötig macht, so geben wir Gesetz und Ordnung preis, und das thut Driesch, wenn er den zitierten Kant'schen Ausspruch als zutreffend ansieht. Durch die Annahme von Uratomen mit bestimmten, ewigen und unveränderlichen Eigenschaften und durch die fernere, dass wir deren heutige Anordnung im Weltall nur auf vorhergehende ganz bestimmte Anordnungen zurückführen können und damit niemals an eine Grenze gelangen, sind uns geordnete Naturgesetze gegeben, und durch diese werden wir dereinst nicht nur die Erzeugung eines Grashalms, sondern auch die aller anderen Körper erklären.

Sammlung mikroskopischer Präparate[1]).

Von Prosektor Dr. **Beneke**,
Privatdozent an der Universität Göttingen.

Neben den Glyzerindauerpräparaten, welche die ältere Technik vorwiegend besaß, steht heute das Dauerpräparat in Canadabalsam

1) Aus einem Vortrag; eingesandt vom Herrn Verfasser.

und ähnlichen durchscheinenden Stoffen im Vordergrund. Die Bedeutung dieser Konservierung liegt in dem unermesslichen Vorzug, dass heute jeder Histologe im Stande ist, an der Hand der Sammlung seiner Dauerpräparate, welche sich jahrzehnte lang intakt halten, jederzeit sein ganzes Material zu vergleichen, bezw. zu demonstrieren; dass er einen natürlichen Atlas besitzt, besser als jede Abbildung, in welchem er jederzeit nachschlagen und weiter forschen kann. Leider steht diese Art der Sammlung noch zu ausschließlich in der Hand des Einzelnen. In jedem Institut gibt es heute mächtige Räume für die Sammlung makroskopischer Präparate; unendliche Mühe und unendlicher Spiritus wird zu ihrer Erhaltung verwendet und doch, wie wenig sieht man an einem solchen Präparat gegenüber dem Reichtum eines einzigen guten Schnittpräparates. Deshalb sollte meines Erachtens jedes morphologische Institut auch seiner mikroskopischen Sammlung eine größere Aufmerksamkeit widmen, als es bisher meist geschieht. Es ist ja so leicht, von demselben irgendwie merkwürdigen Objekt eine größere Zahl mikroskopischer Präparate anzufertigen; eines könnte der Präparant der Sammlung des Institutes zum Opfer bringen — und so würden in wenig Jahren wertvolle Sammlungen entstehen, Seltenheiten mikroskopischer Natur vereinigt und aufbewahrt werden. Aber nicht nur das — ein ganz besonderer Vorteil würde unserer wissenschaftlichen Arbeit erwachsen, wenn es auf diesem Wege möglich wäre, zu jeder Zeit die Originalpräparate kennen zu lernen, auf welche sich irgend eine derartige Dinge behandelnde Veröffentlichung stützt. Denn die bisherigen Methoden der Abbildung sind ja doch nie ausreichend, um einen Blick in das Original zu ersetzen. Die Zeichnung hat zwar den großen Vorzug, dass sie dem Leser zeigt, was der Autor gesehen hat bezw. was er hervorzuheben wünscht; die Photographie in ihrer heutigen so erstaunlich entwickelten Technik — man denke nur an den Atlas der pathologischen Histologie von Karg und Schmorl — zeigt andrerseits den rein objektiven Befund, eine Eigenschaft, die natürlich gleichfalls ein dringendes Postulat ist — jene unterstützt das Verständnis der Arbeit, diese die Kritik. Aber es ist ja doch kaum möglich, von den einfachsten Sachen Gesamtbilder zu geben, und schließlich würde die Möglichkeit, das Originalpräparat leicht erhalten zu können, oft die detaillierte Beschreibung wie die Anfertigung vielleicht höchst mühsam herzustellender und doch unvollkommener Abbildungen zu vereinfachen gestatten. Gedenken wir auch der Thatsache, wie selten der Autor jede Einzelheit genau beschreibt und wie dann vielleicht nach Jahren, für einen Nachuntersucher ähnlicher Präparate die frühere Arbeit unbrauchbar wird, eben wegen des Fehlens einer Einzelheit, auf welche der Eine nicht achtete, während der Zweite in ihr vielleicht einen wesentlichen neuen Faktor erkennt. Oft genug kommt es ja vor, dass die Untersuchung eines einzelnen seltenen Be-

fundes erst ihr Licht erhält durch den Vergleich mit ähnlichen Fällen. Wie zahllose seltene Dinge mögen schon in den Instituten vergessen worden und nutzlos zu Grunde gegangen sein, nachdem sie höchstens einem einzigen Untersucher aufgefallen, aber von ihm nicht veröffentlicht worden sind; was würden sie in der Hand eines Zweiten, der vielleicht eine ganze Anzahl gleichartiger Objekte hätte zusammenstellen können, genützt haben!

So erscheint es mir von größter Wichtigkeit, die wissenschaftliche Verwertung des großen in unserer Litteratur niedergelegten Materials dadurch zu erleichtern und zu verbessern, dass an den Pflanzstätten der Wissenschaft, den Universitätsinstituten, systematisch geordnete mikroskopische Sammlungen entstehen, welche, nach Art der Bibliotheken, jedem, auch dem auswärtigen Forscher leihweise zu gebote stehen. Allerdings wäre das Ideal hierfür die Errichtung einer oder mehrerer großen Zentralsammlungen, denen von allen Seiten Exemplare der mikroskopischen Präparate zugestellt würden, welchen ferner etwa durch Erbschaft die Privatsammlungen verstorbener großer Forscher zufielen u. s. w. Denn zuletzt würde doch die Mühe, auf allen Einzelinstituten nach irgend welchen Dingen nachzufragen, zu groß werden. Eine solche Zentralsammlung müsste mit entsprechenden Arbeitsräumen, wie eine Bibliothek, eingerichtet sein und die Benutzung durch genaue Ordnung bezw. sorgfältige Konservierung der Präparate möglichst erleichtert werden. — Ich bin überzeugt, dass die Mühe, derartigen Zentralsammlungen ein Präparat oder auch eine Präparatenreihe zu überlassen, dem einzelnen Mitarbeiter bald gering erscheinen würde, gegenüber dem großen Vorteil, den er selbst wie allen Anderen aus der Benutzung der Sammlung ziehen würden.

Berichtigung.

In dem Aufsatz des Herrn Lang in Nr. 18 ist wegen zu spät eingegangener Revision folgender Fehler stehen geblieben; man bittet solchen berichtigen zu wollen:

Auf Seite 682 Zeile 10 v. u. lies: *Plumularia echinulata*
statt: *Plumularia echimulata.*

Einsendungen für das Biol. Centralblatt bittet man an die ***Redaktion, Erlangen, physiol. Institut, Bestellungen*** *sowie alle* ***geschäftlichen,*** *namentlich die auf* ***Versendung des Blattes,*** *auf* ***Tauschverkehr*** *oder auf* ***Inserate*** *bezüglichen* ***Mitteilungen*** *an die* ***Verlagshandlung Eduard Besold, Leipzig, Salomonstr. 16,*** *zu richten.*

Verlag von Eduard Besold (Arthur Georgi) in Leipzig. — Druck der kgl. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik — Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark. Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIV. Band. 15. Oktober 1894. **Nr. 20.**

Inhalt: **Emery**, Gedanken zur Descendenz- und Vererbungstheorie. — **Herbst**, Ueber die Bedeutung der Reizphysiologie für die kausale Auffassung von Vorgängen in der tierischen Ontogenese. I. (Fortsetzung.) — **Voigt**, Die ungeschlechtliche Fortpflanzung der Turbellarien. — **Wiedersheim**, Der Bau des Menschen als Zeugnis für seine Vergangenheit. — **Klebs**, Ueber das Verhältnis des männlichen und weiblichen Geschlechts in der Natur.

Gedanken zur Descendenz- und Vererbungstheorie.

Von Prof. **C. Emery** in Bologna.

VI. H. Fabre's Beobachtungen und die Entstehung der Instinkte.

Dem genialen Erforscher des Lebens der Hymenopteren verdanken wir wieder einen neuen Satz wertvoller Beobachtungen. Auf die in dem mir vorliegenden Band [1]) enthaltenen Thatsachen einzugehen will ich hier nicht unternehmen, vielmehr jedem Biologen, besonders jedem Entomologen die Lektüre des Originals anempfehlen.

Fabre hat sich mit der Evolutionstheorie und dem Darwinismus nicht befreunden können; nach ihm widerstreben die Instinkte jeder darwinistischen Erklärung. Obschon er selbst sehr viele Abweichungen des Instinkts entdeckt und beschrieben hat, bleibt er doch der Ansicht, dass die Instinkte als solche nicht variieren, sondern dass die scheinbaren Abweichungen von einem gewissen Grade des Verstandes der Tiere abhängen; und in vielen Fällen hat er entschieden recht. So lässt sich die große schwarze Holzbiene (*Xylocopa*) gefallen, statt mit großer Mühe ein Loch im Holz zu bohren, ein altes Nest ihrer Art, oder sogar das natürliche Loch eines abgeschnittenen dicken Astes zu benutzen. So verwenden verschiedene Mauerbienen (*Chalicodoma*) lieber alte Wohnungen, als dass sie neue bauen; *Osmia*-Arten nisten in Nestern der Mauerbiene, sowie in allerlei sich darbietenden Hohlräumen, in leeren Schneckengehäusen, in Rohr, ja sogar in Glasröhren.

1) H. Fabre, Souvenirs entomologiques, 4. Série; Paris, Delagrave 1891.

Alle Tiere streben danach Arbeit zu sparen; der Sperling übt nur noch selten die Baukunst seiner Ahnen durch Errichtung eines Nestes auf Bäumen aus, sondern zieht es fast immer vor mit viel geringerer Mühe allerlei Löcher der Wohnungen der Menschen zu benutzen, und viele Bienen und Grabwespen verfahren ebenso, indem sie bereits vorhandene Räume sehr gerne ausnutzen, um sich dadurch der großen Arbeit der Gründung eines eigenen Baues zu entziehen.

Erscheint in diesen Handlungen ein größerer oder geringerer Grad des Verstandes, so werden dagegen instinktive Arbeiten ohne Rücksicht auf etwa geänderte Umstände ganz blind vollzogen. So mauert z. B. eine Biene oder Grabwespe eine leere Zelle zu, wenn die von ihr darin aufgespeicherten Vorräte entführt worden sind. Jedes Insekt ist auf seinen besonderen Baustoff angewiesen: *Pelopoeus* verwendet rohen Schlamm; *Chalicodoma* verfertigt aus Staub und Speichel einen steinharten Mörtel; die *Megachile*-Arten bauen ihre Zellen aus Blattstücken. Von der Gattung *Anthidium* benutzen dazu manche Arten Harz, die anderen verfilzte Wollhaare verschiedener Pflanzen. Nun sind alle Arten von *Anthidium* untereinander sehr nahe Verwandte und es konnte kein morphologisches Merkmal gefunden werden, um die filzbenutzenden Species von den harzverarbeitenden zu unterscheiden. Beide Baustoffe sind aber so grundverschieden, dass ein allmählicher Uebergang vom einen zum andern nicht wohl denkbar ist. Durch solche Beispiele unterstützt Verf. seine These: dass die Instinkte nicht variieren, sondern dass jede Art von Anfang an dieselben Instinkte besaß wie heute und immer.

Die wundervolle Kunst jener Grabwespen, welche ihre Beute nicht töten, sondern nur durch genau auf die Ganglien gerichtete Stiche lähmen, lässt sich durch Annahme einer allmählichen Evolution nicht gut erklären. Experimente, welche Fabre durch den Stich der Honigbiene an verschiedenen größeren Insekten künstlich ausführte, beweisen, das nicht die Qualität des Giftes, sondern die vom Stich getroffenen Organe sowie die Intensität der Vergiftung maßgebend sind. Es ist aber kaum denkbar, dass eine so feine Kunst erst allmählich erlangt wurde; wäre sie von Anfang an nicht bereits ganz vollkommen gewesen, so würde die Nachkommenschaft der ungeschickten Räuber in bedenklichem Grad gefährdet gewesen. Eine unvollständig gelähmte Lamellikornierlarve hätte das an ihrem Leib geklebte Ei der *Scolia* bald abgestreift oder zerdrückt; ebenso die großen Eulenraupen der *Ammophila*, die Grillen und Heuschrecken der *Sphex*. Sollte es dem Mantidenfänger *Tachytes* nicht gelingen, durch den ersten Stich die Fangbeine der Gottesanbeterin zu lähmen, dem *Calicurgus* die Cheliceren der Tarantelspinne durch einen Stich im Munde sofort unschädlich zu machen, so dürften beide leicht ihrer eignen Beute zum Opfer fallen. Lehrlinge dürfen also jene Tiere nie

gewesen sein und ihre Vorfahren auch nicht. Ihre Stechkunst kann nicht durch Evolution allmählich sich entwickelt haben.

Diese und die früheren Arbeiten Fabre's lassen uns die großen Schwierigkeiten erkennen, welche einer evolutiven Entstehung und Ausbildung der vollkommensten und kompliziertesten Instinkte entgegenstehen. Fabre nimmt eine Aenderung der Instinkte im Laufe der Zeiten überhaupt nicht an. In demselben Sinne hat sich auch in Bezug auf die Triebe gewisser Ameisen Wasmann ausgesprochen. — Scheinen aber die scharfen Beobachtungen und sinnreichen Schlussfolgerungen beider Forscher eine stufenweise Entwicklung jener Instinkte auszuschließen, stehen sie dadurch mit dem sog. orthodoxen Darwinismus in Widerspruch, so sind sie doch mit der Descendenztheorie nicht unvereinbar. Das Prinzip der Descendenz ist durch die Morphologie zu fest begründet um so leicht wieder aufgegeben werden zu dürfen; wir müssen nur nicht behaupten Alles auf Grund von Summierung minimaler Variationen und natürlicher Zuchtwahl sofort erklären zu können; wir müssen gestehen, dass gerade hier unsere Erklärungsversuche uns im Stiche lassen, denn nur durch geduldiges Sammeln von gut beobachteten Thatsachen kann der Boden geschaffen werden, auf welchem die Zukunft eine gute Theorie der Instinktbildung bauen wird.

Lässt sich nun logisch beweisen, dass viele Instinkte nicht in Folge successiver Ausbildung anderer Instinkte entstanden sind, wird aber dagegen das Prinzip der Descendenztheorie festgehalten, wonach die jetzt lebenden Tiere mit ihren Trieben von anderen Tieren abstammen, welche andere Triebe besaßen, so muss als notwendige Konsequenz angenommen werden, dass die Instinkte oft plötzlich entstanden sind [1]), resp. sich ruckweise von einer Generation zur andern verändert haben müssen. Der alte Spruch „natura non facit saltus“ muss in dieser Beziehung als falsch aufgegeben werden. Ist es aber notwendig anzunehmen, dass die Natur Sprünge machen kann, so bleibt noch zu erkennen wie und warum die Natur zu solchen Sprüngen kommt; und das wissen wir überhaupt nicht.

VII. Zur Entstehung und Bedeutung der Knospung bei Metazoën.

Die Frage nach der Bedeutung und Mechanik der Knospung würde wohl ihrer Lösung am nächsten gebracht werden, wenn es gelingen sollte die Phylogenese des Vorganges zu ermitteln. Die Knospung ist offenbar in verschiedenen Gruppen unabhängig entstanden, und es ist möglich, ja wahrscheinlich, dass scheinbar gleichartige Zustände sich phyletisch von ganz verschiedenartigen Anfängen aus entwickelt haben.

1) Siehe auch meine frühere Schrift: Gedanken zur Deszendenz- und Vererbungstheorie, IV. (Diese Zeitschrift Bd XIII Nr. 13—14.)

Für manche große Abteilungen, in welchen die Knospung weit verbreitet ist und, wie es scheint, seit unmessbar langer Zeit besteht, wird es sehr schwierig und vielleicht unmöglich sein die Anfangsstadien des Vorganges zu ermitteln: so z. B. für Bryozoën, Hydroiden und Tunikaten. Die Bandwürmer, deren Blasenform in gewissen Arten in der Bildung mehrerer Skoleces einen echten Knospungsprozess darbietet, gestatten dagegen einen sicheren Einblick in die Phylogenese jenes Vermehrungsmodus. Es ergibt sich daraus, dass bei diesen Tieren die Knospung aus der Metamorphose der nicht knospenden Cestoden abgeleitet werden muss.

Gehen wir von *Taenia solium* aus: es bildet bekanntlich jede Cysticercusblase normal nur einen Skolex, ausnahmsweise zwei oder mehr. Nun könnte man hier bereits die Bildung des einzigen Skolex aus der Blase als Knospung betrachten. Vergleichen wir aber die Entwicklung der Taenien mit der anderer Cestoden, welche wie z. B. *Ligula* und *Bothriocephalus* in ihrer Organisation und Entwicklungsgeschichte entschieden ursprünglichere Verhältnisse darbieten, indem sie als flimmernde Larven ausschlüpfen, die Teilung ihres Leibes in Proglotiden nicht oder minder vollkommen ausgeprägt ist und in ihrem Geschlechtsapparat Aehnlichkeit mit Trematoden sich zeigt, so wird bei diesen Gattungen von einer Knospung als Bildungsweise des Skolex nicht die Rede sein können; letzterer entwickelt sich durch Differenzierung eines Endes der durchaus nicht blasenartigen Larve. In der komplizierteren Metamorphose der Taenien gelangte das Schwanzende der Larve als larvales Ernährungsorgan zu höherer Ausbildung und eilte dem Skolex immer mehr voraus. Letzterer entwickelt sich deswegen als Auswuchs der Schwanzblase und kann ebensowenig (resp. ebensowohl) als Knospe der Schwanzblase betrachtet werden als der Vogel- oder Selachierembryo als Knospe des umfangreichen Blastoderms.

Gerade wie auf einer Keimblase eventuell zwei Hühnerembryonen, so können auf einem Cysticercus zwei Skoleces gebildet werden. Es ist dieses aber noch keine eigentliche Knospung, sondern ein Fall von Doppelbildung; würde aber dieser Entwicklungsmodus mit Vermehrung zur Norm, so entstände daraus eine regelmäßige Polyembryonie, wie sie v. Ihering für manche Gürteltiere nachgewiesen hat, resp. eine als Knospung aufzufassende Mehrfachbildung von Bandwurmköpfchen, wie bei *Taenia coenurus*.

Bei *Echinococcus* geht die Sache noch weiter, indem die Blase sehr lange ohne Skolexbildung weiter wächst und dann die Köpfchen nicht mehr direkt aus der Blasenwand entsprossen, sondern aus den dazu besonders differenzierten sekundären Blasen. Wären nur echinococcusartige Taenien bekannt, so würde der Ursprung der Knospung dieser Tiere ebenso in Dunkel gehüllt sein, wie es für die Hydroiden, Bryozoën und Tunikaten der Fall ist.

Es scheint mir aber, dass durch Ueberlegung auch über die Entstehung der Knospung bei diesen Tieren etwas erkannt werden dürfte. Vor allem fällt mir auf, dass eine sehr große Mehrzahl der Tiere, welche sich durch Knospung vermehren, sitzende Organismen sind. In diesem Lebenszustand sind sie Verstümmelungen von Seiten carnivorer herumstreifender Tiere in hohem Grade ausgesetzt. So geschah es wahrscheinlich den primitiven solitären Hydroiden sehr oft, aber eine Anzahl derselben erlangten die Fähigkeit die abgebissenen Teile zu regenerieren. In diesem Regenerationsprozess erblicke ich die Anlage der Knospung, indem unterhalb der den Verletzungen am meisten ausgesetzten Stelle eine besonders wachstumsfähige Stelle ausgebildet wurde, welche zuerst einzig und allein zur Regeneration diente, aber in späteren Generationen bei günstigen Ernährungsverhältnissen ohne vorangehende Verletzung einen neuen Mund mit Tentakelkranz zu bilden im Stande war, und derart zur stockbildenden Knospung führte. Ist diese Ansicht richtig, so war die diffuse Verteilung der Regenerations-, resp. Knospungsfähigkeit auf einen großen Teil des Organismus das Primitive, ihre Lokalisation auf bestimmte Regionen oder Organe, zuletzt auf einen sog. Stolo, ein sekundärer Zustand.

Dass die Einschränkung des Knospungsvermögens bis dahin geführt würde, dass zur Bildung jeder Knospe nur eine besondere Zelle bestimmt wäre, ist nach dieser Anschauungsweise höchst unwahrscheinlich und würde für den Organismus überhaupt keinen Vorteil bieten. Weismann hat auf Grund der von Alb. Lang[1]) ausgeführten Untersuchungen gerade dieses behauptet; sollte seine Theorie richtig sein, so würden wir, um die Phylogenese der Knospung zu verstehen, diesen Prozess eher auf die Entwicklung eiartiger Keime, d. h. auf eine Art Parthenogenese oder Sporenbildung zurückführen müssen[2]). — Durch diese Anschauung wird der Knospungsprozess als etwas ganz eigenartiges sowohl der Teilung als der Vermehrung durch Geschlechtszellen gegenübergestellt. Die Knospung, wie sie Weismann theoretisch begreift, würde am nächsten mit der sog. „inneren Knospung" der Trematoden-Ammen übereinstimmen, welche heute als eine extreme Form der Parthogenese aufgefasst und von dieser Abart der geschlechtlichen Fortpflanzung abgeleitet wird.

Durch die von mir eben ausgesprochene Ansicht wird die Knospung der Hydroiden und Bryozoën aus dem Regenerationsvermögen abgeleitet und dadurch in seiner Entstehung mit dem

1) Durch die späteren und von einander unabhängigen Arbeiten von Braem (Biol. Centralbl., XIV. Bd., Nr. 4) und Seeliger (Zeitschrift f. wiss. Zoologie, LVIII. Bd., 1. Heft) scheinen die Resultate Lang's als auf fehlerhaften Beobachtungen fußend widerlegt worden zu sein, wodurch der Weismann'schen Theorie der Knospung der thatsächliche Boden entzogen wurde.

2) Siehe auch Braem und Seeliger l. c.

Teilungsprozess gewisser Rhabdocoelen und Anneliden vergleichbar gemacht. Auch diese Tiere, die dem Querbruch oder dem Halbgefressenwerden stark ausgesetzt sind, hatten sehr wahrscheinlich im Ursprung nur die Fähigkeit das verlorene Vorder- resp. Hinterende zu regenerieren. Zur leichteren und schnelleren Ausgleichung der Verluste entstand bei gewissen Arten eine besonders wachstumsfähige Knospungszone; in anderen begann jene Zone des Leibes ohne vorangehende Verstümmelung zu arbeiten, und so entstand die Strobilation der Mikrostomen, sowie der Naiden und Sylliden, deren merkwürdigstes Endglied wir in dem auf der Challenger-Reise entdeckten verzweigten Wurm *Dendrosyllis* erblicken.

Wie die so hoch und verschiedenartig differenzierte Knospung der Tunikaten entstanden ist, mag ich auf Grund der mir bekannten Thatsachen nicht zu erklären. Auch bei Anthozoën liegen sehr komplizierte Verhältnisse vor; zum Teil ließe sich vielleicht die Knospung der Korallen aus der bei manchen Formen vorkommenden Dichotomie der Kelche ableiten. Die Strobilation der Scyphomedusen ist wiederum ein ganz eigenartiger Prozess und hat vielleicht ihre Wurzel in der Metamorphose eines festsitzenden Tieres in ein freischwimmendes, wobei der Fußteil des ersteren abgeworfen wurde.

Wenn wir nun annehmen, dass bei allen mehrschichtigen Tieren die Knospung nicht von einer Zelle, sondern von mehreren, und sogar von Zellen verschiedener Leibesschichten ausgeht, so scheint mir dieses vom Standpunkt der Weismann'schen Keimplasma-Theorie keine größere Schwierigkeit darzubieten als die Entstehung eines Organs aus Elementen verschiedener Schichten des Embryo, z. B. eines Haares oder eines Zahnes, wo epitheliale Elemente der Oberhaut sowie Mesodermzellen beteiligt sind. Sehr schwierig sind beide allerdings, wenn wir annehmen, dass die Thätigkeit jeder einzelnen Zelle einzig und allein von den in ihrem Kern enthaltenen Determinanten bestimmt wird; der Vorgang gestaltet sich aber viel leichter, wenn wir denken, dass die einzelnen Zellen und Zellgruppen aufeinander reagieren und sich zur Entfaltung ihrer morphogenetischen Fähigkeiten gegenseitig anspornen. Die Neubildung eines ganzen Hydroidenköpfchens oder einer Meduse ist jedenfalls ein viel minder kompliziertes Ding als die Regeneration des Kopfes einer höheren Annelide, wie z. B. einer *Diopatra*, mit Mund, Pharynx, Gehirn und Sinnesorganen, an welcher Regeneration zweifellos alle Schichten des Leibes synergisch mitwirken.

Auf die oben geschilderte Phylogenie der Knospung der Cestoden zurückzukommen, scheint mir der Fall noch in einer anderen Beziehung von besonderem Interesse. Jene ungeschlechtliche Vermehrungsart entstand, wenn meine Anschauung richtig ist, durch erbliche Fixierung einer Doppel- oder Multipelbildung, d. h. eines teratologischen Falles.

Sie entstand also nicht durch Häufung minimaler Variationen, sondern durch Vererbung einer sehr erheblichen, plötzlich entstandenen Aenderung der Ontogenese. Eine allmähliche Umwandlung ist hier absolut undenkbar. Ebenso verhält sich die Polyembryonie, sowohl des *Lumbricus trapezoides* wie des Gürteltieres. Die Natur muss also auch im Gebiete der Morphogenie Sprünge machen können und hat offenbar solche nicht nur da gemacht, wo es logisch nicht anders möglich erscheint, sondern wohl auch in vielen Fällen, für welche eine stufenweise Entstehung bis auf Weiteres angenommen werden darf [1]).

Ueber die Bedeutung der Reizphysiologie für die kausale Auffassung von Vorgängen in der tierischen Ontogenese. I.

Von **Curt Herbst.**

(Fortsetzung.)

B. Allgemeines.

1. Das Spezifische der Reaktionen und seine Abhängigkeit von der Struktur des reagierenden Körpers.

Die auffallendste Erscheinung bei dem Einfluss der richtenden Kräfte auf Bewegung und Wachstum der Organismen und ihrer Organe, ist ohne Zweifel der Umstand, dass sich demselben äußeren Agens gegenüber die verschiedenen Organismen in so differenter Weise verhalten, und dass die systematische Stellung kein sicheres Mittel ist, um die Reaktionsart einer bestimmten Species vorherzusagen. Es ist wohl nicht erst nötig, Beispiele für die Richtigkeit dieses Satzes anzuführen; haben wir doch gesehen, dass zwei *Sertularella*-Formen, welche sich äußerlich so wenig von einander unterschieden, dass man sie ihrer morphologischen Unterschiede wegen wahrscheinlich nicht zweien Arten zuteilen würde, nach den Untersuchungen von Driesch [8, 9] in ganz differenter Weise reagieren, dass nämlich die Stolonen der einen in ihrer Wachstumsrichtung durch das Licht, die der anderen dagegen durch die Schwerkraft beeinflusst werden.

Wenden wir uns nun von den differenten Organismenformen zu den verschiedenen Organen, so zeigt sich auch hier, dass die spezifische Reaktionsfähigkeit derselben nicht eng mit ihrer morphologischen Natur verknüpft ist. Zwar wachsen die meisten Sprosse senkrecht nach aufwärts oder bilden, wenn sie einer Mutteraxe ansitzen, mit derselben irgend einen nach oben spitzen Winkel, aber es gibt auch Sprosse,

---

1) Dieselbe These habe ich auch früher durch Betrachtungen über den Geschlechtsdimorphismus zu begründen versucht (s. diese Zeitschr., XIII. Bd., Nr. 13, 14).

welche gleich Hauptwurzeln senkrecht in die Erde hinabwachsen. Hierher gehören nach Sachs [60 S. 744] z. B. die ersten Seitensprosse mancher Labiaten, ferner die der Equiseten und gewisse Rhizomsprosse von *Typha*, *Sparganium* etc.

Unser oben aufgestellter Satz erscheint somit vollkommen begründet.

Es fragt sich nun, von was denn eigentlich die Reaktionsfähigkeit der Organe abhängig ist, nachdem sich die naheliegende Vermutung von ihrer Verknüpfung mit der morphologischen Natur derselben als falsch erwiesen hat.

Sachs [61] ist wohl der erste gewesen, welcher wenigstens für 2 Gruppen der tropischen Erscheinungen an Pflanzen die Art und Weise der Reaktion als abhängig vom Bau der Organe nachzuweisen versuchte. Diese 2 Gruppen werden durch die sogenannten orthotropen und plagiotropen Organe repräsentiert. Unter der ersten Kategorie fasst er alle die Organe zusammen, welche ihre Axe in der Richtung der Lothlinie oder einfallender Lichtstrahlen einstellen, während die plagiotropen Organe ihre Längsaxe senkrecht oder schräg zur Richtung der Schwerkraft oder der Lichtstrahlen stellen. Demnach gehören zu der ersten Gruppe die positiv oder negativ geotropischen und heliotropischen Organe, zu der zweiten dagegen jene, welche oben als transversalgeotropisch resp. = heliotropisch bezeichnet wurden.

Sachs sucht nun zu beweisen, dass die orthotrope Stellung der Organe von ihrem radiären Bau abhängig ist, während die plagiotrope Stellung an den bilateralen Bau geknüpft sei. Einen besonders sprechenden Beweis für diese Ansicht sieht er in dem Verhalten der Lebermoose, deren bilateraler Thallus plagiotrop ist, während die radiär gebauten Fruchtträger orthotrop sind. Der radiäre Bau der letzteren entsteht einfach durch Zusammenrollen des Thallus, wobei entweder die Oberseite (Peltigera) oder die Unterseite (Cetronia) den Fruchtträger außen begrenzen kann.

Es ist nicht zu leugnen, dass die Sachs'sche Regel sich in den meisten Fällen als richtig erweist, aber es muss auch betont werden, dass sie Ausnahmen zeigt, denn es sind nicht alle radiär gebauten Organe orthotrop. So sind z. B. die radiär gebauten Seitenwurzeln erster Ordnung mancher Keimpflanzen — wie wir oben sahen — in typischer Weise plagiotrop und ebenso steht es mit den Rhizomen, die ebenfalls nichts von einem bilateralen Bau aufweisen. Auch die Reaktionsweise der oberirdischen Organe ist nicht fest an die Regel gebunden, denn es ist bekannt, dass die Sprosse der Tanne bei ihrer Entstehung radiär und trotzdem schon plagiotrop sind. Ihre Bilateralität wird ihnen erst durch die Wirkung des Lichtes und der Schwerkraft aufgeprägt!

Bei diesen Ausnahmen ist zu beachten, dass sie sich sämtlich auf die Abhängigkeit der Orthotropie von der Radiärstruktur beziehen.

dass dagegen — soweit wenigstens meine Kenntnisse reichen — kein Fall bekannt ist, wo ein bilaterales Organ sich orthotrop verhielte. Demnach können wir die Sachs'sche Regel so fassen, dass radiär gebaute Organe in der Mehrzahl der Fälle einen orthotropen, bilaterale dagegen stets einen plagiotropen Wuchs besitzen.

Das wichtige an dieser Sachs'schen Regel scheint mir darin zu liegen, dass hier zum ersten Mal der Versuch gemacht wird, wenigstens für 2 Fälle die Abhängigkeit der Reaktionsweise von einer bestimmten Struktur darzuthun. Es lässt sich nämlich besonders an der Hand der Maschinen nachweisen, dass man zum Verständnis einer spezifischen Reizwirkung keiner besonderen „Lebenskraft" bedarf, sondern dass das Spezifische der Wirkung von der Struktur der Systeme abhängt, an denen sich die Reaktion vollzieht. In präziser Weise hat dies Driesch in seiner „Biologie" [10] nachgewiesen und auch Pfeffer steht in seinem Vortrag über die Reizbarkeit [53] auf demselben Standpunkt.

Als Konsequenz dieser Auffassung ergibt sich, dass man verschiedene Reaktionsweisen z. B. positiven und negativen Geotropismus in fiktiver Weise an Maschinen demonstrieren kann, wofern nicht technische Schwierigkeiten hindernd in den Weg treten. Es ist Noll [46] gewesen, welcher vor 2 Jahren in geistreicher Weise einen Versuch hierzu gemacht hat. Er zeigte nämlich, wie man ein elektrisches Maschinchen bauen könne, welches je nach der Konstruktion des Empfangsapparates, an welchem sich die Schwerkraft äußert, positiv-, negativ- oder auch transversal-geotropisch reagieren kann. Dasselbe Maschinchen kann auch reaktionsfähig für Lichtreize gemacht werden, wenn der Empfangsapparat in passender Weise abgeändert wird; Noll gibt auch dafür eine praktische Methode an, die wir hier natürlich nicht näher auseinandersetzen können.

Der Vorteil, welchen derartige Betrachtungen für das Verständnis der Reizvorgänge bieten, liegt auf der Hand; zeigen sie uns doch z. B., wie die unbekannten Protoplasmastrukturen der Organe, welche auf denselben Reiz in differenter Weise reagieren, sich im Prinzip zu einander verhalten müssen, damit die spezifischen Reaktionsweisen der betreffenden Organe herauskommen können.

Selbstverständlich wird es keinem Menschen einfallen, zu denken, dass die positiv- oder negativ-geotropischen Organe im Speziellen gerade so wie die Noll'sche Maschine gebaut sein müssten, denn er würde dann — wie Pfeffer [53] bemerkt — auf dem Standpunkte jenes Bauern stehen, der beim ersten Anblick einer Lokomotive darauf wettete, es stecke ein Pferd darin.

2. Veränderung der Reizstimmung.

Ein zweiter Punkt, welcher mir von besonderer Wichtigkeit bei der Erklärung von ontogenetischen Vorgängen durch Richtungsreize

zu sein scheint, besteht in dem Umstand, dass durch mannigfache Anlässe die Reizstimmung der Organismen resp. ihrer Organe verändert werden kann. Diese Anlässe sollen im folgenden etwas eingehender besprochen werden und zwar wollen wir uns zunächst zu der

a) Veränderung der Reizstimmung in verschiedenen Entwicklungsstadien

wenden. Als erstes Beispiel mag das Verhalten der Plasmodien von *Aethalium septicum* angeführt werden. Nach Stahl [64] sind dieselben nämlich in ihrer Jugend negativ heliotropisch und positiv hydrotropisch; während sie sich im reifen Zustand, wenn sie sich zur Fruchtbildung anschicken, gerade umgekehrt verhalten.

Auch Strasburger [66] berichtet über eine Veränderung der Reizstimmung mit zunehmendem Alter. Er konnte nämlich an Schwärmsporen konstatieren, dass dieselben in der Jugend auf höhere Lichtintensitäten „gestimmt" sind, als im Alter. Infolge dessen löst dieselbe Lichtintensität, welche bei denselben Schwärmern in der Jugend anlockend wirkte, im Alter eine negativ phototaktische Bewegung aus.

Ebenso können auch wachsende Organe in verschiedenen Altersstadien auf denselben Reiz in anderer Weise reagieren. So sind z. B. die primären Seitenäste mancher tropischer Bäume (*Agyrodendron amboinense, Garuga*-Arten) anfangs transversal-geotropisch; nachdem sie aber 1—3 m vom Hauptstamm fortgewachsen sind, wenden sie sich senkrecht aufwärts, sie werden negativ geotropisch. Die Bäume zeigen infolge dessen einen merkwürdigen Habitus, welchen Haberlandt [20] mit der Bezeichnung „Kandelaberform" belegt.

Ein anderes Beispiel liefert *Tropaeolum majus*, die spanische Kresse. Nach Sachs krümmt sich nämlich das epicotyle Glied der jungen Pflanze in ausgesprochener Weise positiv heliotropisch, während später dasselbe Axenglied und die darauf folgenden Internodien bei starker Beleuchtung negativen Heliotropismus zeigen, so dass die Pflanzen im Freien dem Boden angepresst werden.

Ein ähnliches Verhalten haben wir oben bei den heteromorphen Stolonen zweiter Ordnung von *Sertularella polyzonias* kennen gelernt. Dieselben entstehen nach den Untersuchungen von Driesch [8] nämlich nicht nur an der Lichtseite, sondern sind auch anfangs positiv heliotropisch und wenden sich erst dann von der Lichtquelle ab, wenn sich ein Stolo dritter Ordnung von ihnen abgezweigt hat.

In sehr hohem Grade wird

b) die Reizstimmung durch äufsere Agentien im weitesten Sinne des Wortes beeinflusst.

a) So übt die Temperatur des umgebenden Mediums nach Strasburger [66] einen Einfluss auf die Reizstimmung der Schwärmsporen aus, denn es gelang ihm nachzuweisen, dass bei Steigerung der

Temperatur negativ phototaktische Schwärmer positiv phototaktisch werden können und umgekehrt. In entgegengesetzter Weise soll nach Loeb [37] die negative Phototaxis von *Polygordius*-Larven und Copepoden durch Erniedrigung der Temperatur in positive umgewandelt werden können. Hatten sich z. B. die eben gefangenen *Polygordius*-Larven bei 16,5° an der Zimmerseite des Gefäßes angesammelt, so begaben sie sich bei 6° schaarenweise nach der belichteten Seite desselben, sie wurden positiv phototaktisch. In derselben Weise soll es auch gelingen umgekehrt positiv phototaktische Larven in negativ phototaktische durch Temperaturerhöhung zu verwandeln.

Ein Einfluss der Helligkeit des Standortes macht sich nach Strasburger bei der Lichtstimmung der Schwärmsporen bemerkbar. Es zeigte sich nämlich, dass Schwärmer derselben Art von einem intensiv beleuchteten Orte für höhere Lichtintensitäten gestimmt sind, als solche, welche sich an einem dunklen Ort befunden hatten. Das gleiche konnte Verworn [68] bei *Navicula brevis*, einer Diatomee, konstatieren.

Eine Erhöhung der Lichtstimmung kann nach Strasburger's Beobachtungen an Schwärmern auch durch Mangel an Sauerstoff herbeigeführt werden, da sich nämlich in solchen Bedingungen die Algen Lichtintensitäten gegenüber noch positiv phototaktisch verhalten, welche sie bei normaler Sauerstoffzufuhr gemieden hätten.

Wichtig ist eine Angabe Pfeffer's [51 S. 13], nach der man durch Steigerung der Konzentration der umgebenden homogenen Fleischextraktlösung die Reizstimmung von *Spirillum undula* dahin modifizieren kann, dass dieser Organismus in eine Lösung von Asparagin steuert, deren Konzentration zuvor abstoßend wirkte.

Einen Einfluss der Konzentration des umgebenden Mediums auf die Reizstimmung konnte auch Loeb an Larven von *Polygordius* und an Copepoden konstatieren. Wurde nämlich die Konzentration durch Zusatz von NaCl erhöht, so wurden die negativ phototaktischen Tiere positiv phototaktisch, während der umgekehrte eintrat, wenn der Salzgehalt des Meerwassers durch Zusatz von reinem Wasser vermindert wurde. Ein Vergleich dieser Resultate mit den oben erwähnten Loeb'schen Befunden bei Aenderung der Temperatur zeigt also, dass Erhöhung der Konzentration ebenso wirkte wie Temperaturerniedrigung, während die Temperaturerhöhung denselben Erfolg wie Konzentrationserniedrigung hatte.

β) Wir wollen uns nunmehr dazu wenden, die Abhängigkeit der Reizstimmung wachsender Organe von äußeren Faktoren an einigen Beispielen zu demonstrieren [1]). Hierbei wollen wir das Wort „äußerer Faktor" ganz weit fassen und auch jene Fälle dazu rechnen, wo die

1) Vergl. hierzu Pfeffer's Physiologie, II, § 69, S. 336 ff.

Reaktionsfähigkeit eines Organs von der An- oder Abwesenheit eines anderen abhängig ist.

So ist z. B. bekannt, dass sich bei Coniferen nach Abschneiden des Gipfelsprosses ein oder einige Seitenäste negativ geotropisch aufrichten und den Hauptstamm ersetzen. In ähnlicher Weise wird der Transversalgeotropismus eines oder einiger Seitenwurzeln gewisser Keimpflanzen (z. B. der Bohne nach Sachs) in positiven umgewandelt, wenn die Hauptwurzel abgeschnitten wird. Durch Abschneiden der oberirdischen Sprosse kann ferner ein Aufwärtswachsen horizontaler Rhizome, wie z. B. bei *Sparganium ramosum* und *Scirpus maritimus* erzielt werden.

Werden Keimpflanzen in Kulturbedingungen, z. B. in feuchter Luft, gezogen, denen sie in der Natur gewöhnlich nicht ausgesetzt sind, so können nach Sachs und Elfving [12] die Hauptwurzeln sich ähnlich wie Seitenwurzeln verhalten und anstatt senkrecht nach abwärts zu wachsen mit der Lotlinie einen größeren oder kleineren Winkel bilden, den sie wieder zu erreichen suchen, wenn sie aus ihrer Lage gebracht werden (vergl. Pfeffer II S. 338).

Interessant ist, dass nach Darwin auch parasitische Pilze im Stande sind, die Reizstimmung wachsender Organe zu verändern.

Wohl am meisten haben jene Veränderungen der Reaktionsfähigkeit, welche durch das Licht hervorgerufen werden, die Augen der Forscher auf sich gelenkt, obwohl sie sich in ihrem Charakter von den vorstehenden Beispielen in keiner Weise unterscheiden. Es ist Stahl [65] gewesen, welcher die Veränderung der Reizstimmung von Organen durch das Licht zuerst nachwies und zwar an den Rhizomen von *Adoxa moschatellina*, *Circaea lutetiana* und *Trientalis europaea* und den Nebenwurzeln verschiedener Pflanzen, deren Transversalgeotropismus durch den Lichteinfluss in positiven Geotropismus verwandelt werden konnte. Fassen wir diese Thatsachen im Sinne Noll's auf, so kann man sagen, dass durch das Licht die für den Schwerkraftreiz empfängliche Struktur verändert wird. Die Umstimmung der reizbaren Organe durch die anderen Anstöße, welche vorher zur Sprache kamen, sind natürlich in demselben Sinne aufzufassen [1]).

1) Gestützt auf die Stahl'schen Befunde und einige andere ähnliche Beobachtungen hat sich Noll [46] veranlasst gesehen, zwei verschiedene Arten von Reizvorgängen zu unterscheiden. Bei der sogenannten „isogenen Induktion" genügt eine Reizursache zur Einleitung der vollen Reizwirkung, während bei der heterogenen Induktion sich zwei Reizursachen an der Wirkung beteiligen. Ein Beispiel für den ersten Fall bieten nach ihm die sogenannten autonyctitropen Pflanzen, ein solches für den zweiten die erwähnten Stahl'schen Befunde. Gegen diese Auffassung wendet sich Pfeffer [53] mit folgenden Worten: „Die Induktion durch den Reiz der Temperatur ist u. a. in jedem Organismus notwendig im Spiele (denn ohne zureichende Herstellung der Temperatur tritt Starre ein) und diese Erwägung allein genügt, um zu erkennen,

Etwas schwieriger ist die Beurteilung der Sachlage bei dem Verdrängen eines Reizes durch einen anderen, wie es sich z. B. an den stark positiv und negativ geotropischen Sprossen und Wurzeln der Keimpflanzen zu erkennen gibt.

Kultiviert man dieselben nämlich bei einseitiger Beleuchtung, so stellen sich Spross und Wurzel in entgegengesetzter Richtung genau in Richtung der Strahlen ein, so dass es den Anschein hat, als hätten sie ihre geotropische Reizbarkeit ganz verloren. Ja, Noll hat nachgewiesen, dass diese genaue Einstellung in Richtung der Strahlen auch dann eintritt, wenn die geotropischen Krümmungen der Keimpflanzen bei Ausschluss von Licht größer waren, als in derselben Zeit die heliotropischen bei Ausschluss der Schwerkraft. Man könnte also hiernach denken, dass die geotropische Reizbarkeit durch einseitige Beleuchtung vernichtet werde, aber vollkommen sicher ist diese Annahme nicht, da nach Noll's eigenen Angaben die Keimpflanzen, welche der Wirkung der Schwerkraft entzogen waren, ein wenig früher die heliotropische Ruhelage erreichten, als diejenigen, auf welche die Schwerkraft zugleich mit einwirkte. Hiernach wäre es also möglich, dass die geotropische Reizbarkeit bei einseitiger Beleuchtung fortbesteht, aber nicht zur Geltung kommen kann.

Um Verdrängung eines Reizes durch einen anderen handelt es sich auch bei den hydrotropischen und aërotropischen Krümmungsbewegungen der Wurzeln; doch ist hier nicht sicher festgestellt, ob sich bei dem Zustandekommen der Ruhelagen der Geotropismus nicht doch in einem gewissen Grade beteiligt.

c) Ueber den Einfluss der Reizstärke auf die Reizstimmung und über das Weber'sche Gesetz.

a) Bei der Besprechung der einseitigen Wirkung von Licht und von chemischen Stoffen auf die Bewegungs- und Wachstumsrichtung

---

dass an den Reizerfolgen stets verschieden geartete Reizursachen beteiligt sind, d. h. dass die von Noll aufgestellten Bedingungen der heterogenen Induktion allgemein sind, dass es isogene Reizungen im Sinne von Noll überhaupt nicht gibt". Ich neigte anfangs der Meinung zu, dass dieser Einwand berechtigt sei, wurde jedoch später durch ein Gespräch mit meinem Freunde H. Driesch zu der Ueberzeugung geführt, dass Pfeffer doch im Unrecht ist. Wenn nämlich für die Reizbarkeit eine bestimmte Temperatur erforderlich ist, so repräsentiert die letztere in diesem Falle eine ganz allgemeine Bedingung für die Reizbarkeit überhaupt, während im Stahl'schen Falle das Licht die Bedingung für eine spezifische Art derselben liefert. Die Noll'sche Einteilung ist deshalb vollkommen begründet; nur ist es besser, sie folgendermaßen zu definieren: „Nach Erfüllung der allgemeinen Bedingungen, welche die Irritabilität überhaupt erst ermöglichen, genügt bei der sogenannten isogenen Induktion eine Reizursache zur Einleitung der vollen Reizwirkung, während bei der heterogenen Induktion sich zwei Reizursachen an der Wirkung beteiligen".

der Organismen und ihrer Organe haben wir kennen gelernt, dass die Reizstärke von großer Bedeutung für die Reaktionsweise ist. Dieses Abhängigkeitsverhältnis ist am genausten von Pfeffer in seinen bekannten Arbeiten über Chemotropismus [50 u. 51] untersucht worden. Den geringsten Prozentsatz eines Stoffes, der gerade noch zur Hervorbringung einer Reizreaktion genügt, nennt er im Anschluss an Fechner „Reizschwelle". Haben wir ein anlockendes Reizmittel vor uns, so nimmt bei Steigerung der Konzentration die Reizwirkung zu bis zu einem Momente, dem Optimum, der Reizhöhe, wo die stärkste Anlockung hervorgerufen wird; wird nun die Konzentration noch mehr erhöht, so nimmt die anlockende Wirkung wieder ab, es wird schließlich ein Punkt erreicht, wo sie sich gerade noch zeigt (Maximum), und wird jetzt das Reizmittel den Organismen in noch höherer Konzentration dargeboten, so wird entweder der Reizeffekt umgekehrt, die positive Chemotaxis wird in negative verwandelt, oder es tritt überhaupt keine Reaktion mehr ein. Für die Samenfäden der Farne ist die Reizschwelle nach Pfeffer erreicht, wenn die Flüssigkeit in den Kapillaren 0,001% apfelsaures Natrium enthält, während eine Lösung von 5% bereits eine merkliche Abstoßung verursacht.

In derselben Weise wie die Konzentration des Reizmittels ist nach den Untersuchungen Strasburger's [66] auch die Lichtintensität für die Reaktionsweise der Flagellaten und Schwärmsporen maßgebend. Schwächere Lichtintensitäten wirken positiv, starke negativ phototaktisch. Eine genaue Bestimmung der Reizschwelle und des Intensitätsgrades, bei dem die positive Phototaxis in negative umschlägt, ist noch für keine Flagellaten- oder Schwärmerart festgestellt worden. Strasburger bezeichnet die Eigenschaft der freibeweglichen Organismen, sich bestimmten Lichtintensitäten gegenüber positiv oder negativ phototaktisch oder auch indifferent zu verhalten, als Photometrie.

Auch bei wachsenden Organen kann sich der Einfluss der Reizstärke auf die Reizstimmung bemerkbar machen. So sind z. B. die Wurzeln höheren Sauerstoffspannungen gegenüber negativ, der atmosphärischen Luft gegenüber jedoch positiv aërotropisch.

Obgleich N. J. C. Müller bereits vor 20 Jahren die Ansicht vertrat, dass alle Pflanzen je nach der Lichtintensität positive oder negative Krümmungen ausführen können, und obgleich in neuester Zeit Oltmanns [48] zu derselben Anschauung gelangt ist, so ist doch bis jetzt nur in wenigen Fällen die Abhängigkeit der Reaktionsweise der heliotropischen Pflanzenteile von der Lichtintensität experimentell nachgewiesen worden. Zu den wenigen Beispielen gehört nach Wiesner [71] das Verhalten der Ranken von *Vitis* und *Ampelopsis*, welche sich bei einseitigem schwachen Licht der Lichtquelle zu, bei stärkerer Intensität dagegen davon wegwenden. Bei *Tropaeolum majus* scheint die Sache nach Sachs' [60] Angaben ähnlich zu liegen. Bei schwachem

Licht im Herbst kultivierte Pflanzen erweisen sich nämlich positiv heliotropisch, während dieselben Pflanzen — wie wir oben sahen — bei intensiver Beleuchtung sich vom Lichte abwenden. Als typisch positiv heliotropisch galten bis jetzt immer die Sporangienträger von *Phycomyces nitens*, einem Schimmelpilz. Oltmanns gelang es jedoch, neuerdings nachzuweisen, dass sich auch diese Organe je nach der Lichtintensität positiv oder negativ heliotropisch verhalten. Zu demselben Ergebnis führten endlich noch die Versuche mit Keimpflanzen von *Lepidium*, der Kresse, welche für sehr hohe Lichtintensitäten abgestimmt sind.

β) Das Weber'sche Gesetz. Wir sahen oben, dass für die Samenfäden der Farne die Reizschwelle dann erreicht ist, wenn die Flüssigkeit in den Kapillaren 0,001% apfelsaures Natrium enthält. Wie stark muss nun aber die Lösung sein, um eine merkliche Anlockung der Samenfäden hervorzurufen, wenn dieselben sich vor dem Versuch bereits in einer 0,001prozentigen Lösung von apfelsaurem Natrium befanden? Die Experimente lehren nun, dass nicht etwa eine Steigerung der Konzentration in der Kapillare um 0,001% also auf 0,002% genügt, sondern dass die Konzentration in derselben 30mal so stark sein muss als die der Außenflüssigkeit. Wir sehen daraus, dass die Empfindlichkeit der Samenfäden gegen das apfelsaure Salz durch einen Aufenthalt in einer verdünnten Lösung desselben geschwächt worden ist.

Befinden sich die Samenfäden in einer Lösung von 0,01%, so muss die Kapillarflüssigkeit jetzt 0,3% apfelsaures Natrium und bei einem Gehalt der Außenflüssigkeit von 0,05% 1,5% enthalten, um eine Anlockung hervorzurufen. Das Ergebnis dieser Befunde lässt sich in die Worte zusammenfassen, dass der Reizzuwachs zu der bereits vorhandenen Reizgröße stets in demselben Verhältnis stehen muss, wenn man eine merkliche Reaktion erhalten will. In unserem Falle musste die Lösung immer 30mal[1]) so stark sein, als die Außenflüssigkeit; beträgt also z. B. der Gehalt der Letzteren an apfelsaurem Natrium x %, so müsste der Reizzuwachs 29 x % betragen, d. h. die Kapillarflüssigkeit müsste 30 x % apfelsaures Natrium enthalten, um die Samenfäden anlocken zu können.

Das Gesetz, welches wir im Vorstehenden kennen gelernt haben, ist in der physiologischen Psychologie als das Weber'sche Gesetz bekannt und hat hier bei den Sinneswahrnehmungen des Menschen Geltung. Bei den Samenfäden der Farne hat es Pfeffer [50] in seinen bekannten Untersuchungen über die lokomotorischen Richtungs-

1) Diese Zahl ist natürlich nur annähernd richtig; sie hat nur für die von Pfeffer untersuchten Samenfäden und auch hier nur im Großen und Ganzen Geltung, da ja auch individuelle Abweichungen in der Reizstimmung vorkommen können.

bewegungen durch chemische Reize festgestellt. Ein näheres Eingehen auf dieses Gesetz und auf die Erweiterung, welche es durch Fechner erfahren hat, würde zu weit führen; wir verweisen deshalb auf Pfeffer [49 S. 400 ff.] und auf die Lehrbücher der physiologischen Psychologie.

Erwähnt sei nur noch, dass das Weber'sche Gesetz — wie Pfeffer [53] mitteilt — von Massart bei den heliotropischen Bewegungen und von Miyoshi bei den chemotropischen Krümmungen der Pilzfäden nachgewiesen wurde.

3. Ueber die räumliche Trennung von Perzeptions- und Aktionszone.

In seinen Untersuchungen über „das Bewegungsvermögen der Pflanzen" suchte Darwin [4] durch Experimente an den Keimwurzeln verschiedener Pflanzen festzustellen, dass die Empfindlichkeit für den Reiz der Schwerkraft auf die Wurzelspitze beschränkt sei. Schnitt er nämlich die letztere auf 1—1,5 mm ab oder tötete er sie mittels einer ätzenden Substanz, so führten die horizontal auf nasses Erdreich gelegten Wurzeln keine positiv geotropischen Krümmungen aus.

Lassen wir nun ganz außer Acht, dass Darwin vereinzelt auch eine gewisse geotropische Krümmung beobachten konnte, so ist zu betonen, dass die Versuchsergebnisse absolut nicht sicher beweisen, dass in der That die Wurzelspitze ausschließlich der empfindliche Teil sei; denn es ist darauf hinzuweisen, dass Verletzungen eine Veränderung der Reizbarkeit herbeiführen können, wie wir das ja oben gesehen haben. Es ist deshalb sehr wohl möglich, dass durch das Dekapitieren zugleich die Empfindlichkeit der Zone, in welcher die geotropische Krümmung auftritt, zerstört wird. Eine Beobachtung, welche diesen Einwand vollständig rechtfertigt, machte neuerdings Rothert [55]. Er sah nämlich, dass sich die scheidenförmigen Kotyledonen des Hafers nicht mehr heliotropisch krümmen, wenn ihnen die Spitze abgeschnitten wird, während bei Anwesenheit aber Verdunkelung derselben eine Krümmung eintrat. Die Thatsache, dass Wurzeln, welche vor der Dekapitation 1—$1^1/_2$ Stunden horizontal dagelegen hatten, nachträglich eine geotropische Abwärtskrümmung erfuhren, beweist auch nur, dass die Spitze für das Zustandekommen der Krümmung überflüssig, nicht aber, dass sie der einzig empfindliche Teil für den Schwerkraftreiz ist.

Wollen wir also vorsichtig sein, so schließen wir aus den Dekapitationsversuchen nur, dass bei Abwesenheit der Spitze die geotropische Reizbarkeit der Wurzel alteriert oder ganz aufgehoben wird, wofür übrigens auch die Versuche von Detlefsen [5] sprechen. Die wirkliche Entscheidung, ob diese Alteration der Reizbarkeit in der That davon kommt, dass die Wurzelspitze ausschließlich oder doch wenigstens in höherem Maße als die von ihr entfernten Teile für den

Schwerkraftreiz empfindlich ist, bleibt erneuten Forschungen vorbehalten.

An den orthotropen Sprossen ist sicherlich die Reizempfindung nicht ausschließlich auf die Sprossspitze beschränkt, denn Stücke von wachsenden Sprossaxen, denen man nicht nur den Vegetationspunkt, sondern den ganzen Zipfelteil weggenommen hat, sind im Stande, kräftige geotropische Krümmungen zu machen und selbst dünne Lamellen, welche man durch zwei Längsschnitte aus solchen entgipfelten Sprossteilen herstellt, sind noch geotropisch reizbar. Natürlich ist damit nicht gesagt, dass die Empfindlichkeit der Spitzenregion in manchen Fällen nicht größer sein kann, als die der entfernten Sprossteile. So hat z. B. Rothert für die Haferkotyledonen nachgewiesen, dass hier die Spitzenregion weit empfindlicher gegen den Schwerkraftreiz ist als die tieferen Regionen.

Auch für die hydrotropischen Krümmungen suchte Darwin [4] nachzuweisen, dass die Wurzelspitze allein für die Feuchtigkeitsdifferenzen empfindlich sei, aber seine Untersuchungen sind auch hier ungenügend. Den einwandfreisten Beweis für die eventuelle Richtigkeit der Darwin'schen Vermutung hat meiner Ansicht nach Pfeffer [53] geliefert, und zwar dadurch, dass er die hydrotropische Krümmung verhinderte, indem er nur die Wurzelspitze in Wasser tauchte oder mit einem nassen Papierkäppchen verhüllte und so die Empfindung einer psychometrischen Differenz von ihrer Seite ausschloss. Der Versuch von Molisch [44], welcher eine Krümmung eintreten sah, wenn nur die Spitze der Feuchtigkeitsdifferenz ausgesetzt war, ist für die Lokalisierung der Empfindlichkeit nicht beweisend.

Was die aërotropischen und thermotropischen Krümmungen der Wurzeln betrifft, so konnten hier Molisch [45] und Wortmann [73] eine Beschränkung der Empfindlichkeit auf die Wurzelspitze nicht nachweisen.

Bei den heliotropischen Krümmungen der Wurzeln hat in neuster Zeit Kohl [31] die Lokalisierung der Perzeptionsfähigkeit auf der Spitzenregion wahrscheinlich gemacht. Von 12 Keimwurzeln von *Vicia faba*, deren Spitze durch ein geschwärztes Hollunderkäppchen verhüllt worden war, wuchsen bei einseitiger Beleuchtung und Ausschluss der Schwerkraft 9 gerade aus, eine krümmte sich schwach negativ heliotropisch und 2 führten unregelmäßige Nutationen aus. Bei den Kontrolversuchen erwiesen sich die Wurzeln als negativ heliotropisch; von 12 Keimwurzeln zeigten 10 nach kurzer Zeit deutliche Krümmungen, und die beiden anderen mussten unberücksichtigt bleiben, da sie unregelmäßig nutiert hatten.

Ueber die verschiedene Empfindlichkeit der oberirdischen Organe dem Lichtreiz gegenüber hat Rothert [55] im Jahre 1892

namentlich an Gräsern, aber auch an Dikotyledonen ausgedehnte Untersuchungen angestellt.

Es ist unmöglich auf sämtliche Resultate dieser inhaltreichen Arbeit hier näher einzugehen, nur einige Punkte können vielmehr kurze Erwähnung finden. So wurde zunächst festgestellt, dass bei manchen Gräserkeimlingen die Empfindlichkeit an der Spitze des scheidenförmigen Kotyledons, wo auch die heliotropische Krümmung beginnt, größer ist als in den weiter basalwärts gelegenen Partien. Sodann konnte bei gewissen Gräsern, den Paniceen, eine ausgeprägte Trennung von Perzeptions- und Aktionszone nachgewiesen werden, indem hier nur der Kotyledon — auch wenn er bereits sein Wachstum eingestellt hatte — reizempfindend war; und endlich wurde gezeigt, dass eine Fortleitung des Reizes auf entfernte Pflanzenteile zum vollständigen Zustandekommen der Krümmung sogar in den Fällen nötig ist, wo zwar keine vollständige Trennung von Empfindungs- und Krümmungszone vorhanden, aber eine erhöhte Empfindlichkeit in der Spitzenregion nachweisbar ist. Wird nämlich letztere durch eine aufgesetzte Stanniolkappe dem Lichtreiz entzogen, so ist bei der definitiven Ruhelage die Abweichung von der vertikalen nicht so groß als dann, wenn die Pflanze in ihrer ganzen Länge beleuchtet worden wäre.

Aus allen unsren bisherigen Erörterungen geht also hervor, dass eine mehr oder weniger ausgeprägte Trennung von Perzeptions- und Aktionszone und eine hierbei notwendige Reizleitung auf entfernte Pflanzenteile zwar nicht immer, aber doch hier und da zu konstatieren ist.

Eine Fortleitung des Reizes ist übrigens bei der Mimose, den Ranken und in vielen anderen Fällen längst bekannt, und es ist interessant, dass sich die Drüsenhaare der *Drosera* nach denjenigen Haaren hinkrümmen, von denen ihnen der Reiz übermittelt wird [Pfeffer 49 S. 246 u. 330]. Die Richtung, in welcher sich der Reiz ausbreitet, ist hier also zugleich für die Krümmungsrichtung jener Haare maßgebend, auf welche der Reiz übertragen wird. Die erwähnten Drüsenhaare liefern auch ein sehr gutes Beispiel für eine scharfe Trennung von Perzeptions- und Aktionszone, indem hier nur das Drüsenköpfchen den Reiz empfängt, der basale Teil dagegen die Krümmung ausführt.

Von Wichtigkeit ist es schließlich noch, zu betonen, dass auch in Fällen von tropischen Krümmungen, wo keine deutliche Trennung der beiden Zonen zu konstatieren ist, und selbst in einzelligen Organismen, welche keine differenten Einrichtungen für die Fortbewegung und für die Reizperzeption erkennen lassen, aber trotzdem durch äußere Faktoren in ihrer Bewegungsrichtung beeinflusst werden, eine solche Trennung doch vorhanden sein muss; denn es ist zur Reizempfindung

offenbar eine andere Vorrichtung notwendig als zur Ausführung der Reizreaktion [1]).

„Für die Aufnahme des Reizes — sagt Noll [46 S. 15] — ist eine andere Organisation, ein anderer Apparat innerhalb des Plasmas thätig, als für die Ausführung der Wirkung, mit anderen Worten: Rezeption und Reaktion beruhen auf ganz verschiedenartigen Grundeigenschaften der Substanz".

4. Ueber die Zeit der „latenten Reizung" und über die Reiznachwirkungen.

Zwischen dem Zeitpunkt der Reizempfindung und der Reaktion verstreicht stets eine kürzere oder längere Zeit, die Zeit der „latenten Reizung", welche spezifisch und individuell sehr differente Werte aufweist. So beginnt z. B. die heliotropische Krümmung der Kotyledonen von *Phalaris canariensis* nach 4—13 Minuten langer einseitiger Beleuchtung.

Eine Folge der latenten Reizung ist es nun, dass Organe auch dann noch Reizkrümmungen erfahren können, wenn sie kurz vor einer sichtbaren Reaktion der Reizwirkung entzogen werden. Beispiele für derartige „Nachwirkungen" sind nicht selten. Beleuchten wir z. B. den Keimstengel von *Phaseolus multiflorus* eine Stunde lang mit einer Gasflamme und bringen die Pflanze dann in einen dunklen Raum, so ist nach 2 Stunden eine deutliche heliotropische Krümmung, wie Wiesner [71] berichtet, sichtbar.

An wagerecht gelegten Stengeln konnte Sachs [60] geotropische Nachwirkungen wahrnehmen und auch an Wurzeln lassen sich solche nachweisen. Selbstverständlich tritt die Nachwirkung nur dann ein, wenn das betreffende Organ bereits eine bestimmte Zeit dem Einfluss der richtenden Kraft ausgesetzt war. Kohl [31] hat neuerdings ermittelt, dass die Keimstengel von *Pisum sativum* mindestens 10 bis 15 Minuten wagrecht liegen müssen, damit an ihnen eine geotropische Nachwirkung am Klinostaten konstatiert werden kann.

5. Zur Mechanik der Reizreaktionen.

α) *Das Zustandekommen der lokomotorischen Bewegungen.*

Unsere Kenntnisse von der Reaktionskette oder Reizungskette d. h. der Kette von Ursachen und Wirkungen, welche zwischen Reizempfang und Reizreaktion liegen, sind bis jetzt gleich Null. Es wurde bereits oben erwähnt, dass Jensen [27] die Geotaxis der Paramaecien und Euglenen durch die Annahme zu erklären versucht, dass sich die betreffenden Protisten in der Richtung des zu- oder abnehmenden

1) Es sei hierbei daran erinnert, dass bei *Euglena viridis* das farblose Protoplasma des Vorderendes vor dem Pigmentfleck am lichtempfindlichsten ist, die Geißel selbst dagegen nicht auf den Lichtreiz reagiert (Engelmann [16]).

hydrostatischen Druckes bewegen. Bei der Richtigkeit dieser Auffassung würde es sich also in den betreffenden Fällen um gar keinen Reiz der Schwerkraft, sondern um einen solchen größeren oder geringeren Druckes handeln. Ueber das Zustandekommen der Bewegungsrichtung äußert sich Jensen in der Weise, dass bei den negativ geotropischen Protisten die Flimmer- oder Geißelbewegung durch den höheren Druck angeregt wird, während sich die positiv geotropischen gerade umgekehrt verhalten würden. Befindet sich infolge dessen ein Protist der ersten Kategorie in einer Wassersäule in horizontaler Lage, so würde die nach unten gekehrte Fläche stärker erregt werden, die Wimpern würden hier energischer schlagen und infolge dessen eine Aufwärtsdrehung des Körpers bewirken. Hat die Längsaxe die Lothrichtung erreicht, so würden die symmetrischen Punkte des Tieres nunmehr gleichmäßig gereizt und eine geradlinige Bewegung würde hieraus resultieren. *Mutatis mutandis* haben Loeb [37] und Verworn [67] ähnliche Betrachtungsweisen für das Zustandekommen der phototaktischen und der galvanotaktischen Richtungsbewegungen angewandt. Ihre Richtigkeit ist nicht zu bestreiten, da sie einfach aussagen, dass die Richtungsbewegungen durch bestimmte Erregung der Bewegungsorgane zu stande kommt, was selbstverständlich ist. Das eigentliche Problem beginnt erst bei der Frage, auf welchem Wege der einseitig wirkende Reiz eine lokale Erregung der Bewegungsapparate auszulösen vermag. Hierüber haben wir zur Zeit nicht die geringste Vorstellung, die weitere Analyse des Problems bleibt also der Zukunft überlassen [1]).

β) Das Zustandekommen der tropischen Krümmungen.

Etwas tiefer eingedrungen ist man in den Mechanismus der Reizkrümmungen pflanzlicher Organe. Es ist nicht möglich, die verschiedenen älteren Ansichten von Wiesner, de Vries und Sachs näher zu berücksichtigen; wir wollen vielmehr nur die Theorie von Wortmann und die neuesten Ansichten von Kohl einer etwas eingehenderen Besprechung unterziehen.

Im Jahre 1884 wies Kohl an den einzelligen Fruchtträgern von *Phycomyces* nach, dass sich in denselben bei geo-, helio- und hydrotropischen Erscheinungen das Protoplasma auf der konkaven Seite in

1) In der Behauptung Verworn's [69], dass „die bisher so rätselhafte Erscheinung des Chemotropismus auf ihrer niedrigsten Stufe nichts weiter ist als der unmittelbare Ausdruck chemischer Affinität", ist selbstverständlich weiter nichts als ein Umschreiben der Thatsachen mit Worten zu sehen. In derselben Weise ist die „einfache physikalische Betrachtung" zu beurteilen, mittels welcher auf S. 41 plausibel gemacht werden soll, wie die chemische Affinität der Protoplasmateilchen zum Sauerstoff die Oberflächenspannung vermindern kann.

größeren Mengen ansammelt als auf der konvexen. Diese Thatsache wurde 1887 von Wortmann bestätigt und zu einer Theorie der Reizbewegung pflanzlicher Organe benutzt [72].

Durch die Protoplasmaansammlung soll nämlich eine Verdickung der Membran an der Konkavseite und damit eine geringere Dehnbarkeit derselben herbeigeführt werden. Der osmotische Druck in der Zelle wird infolge dessen die dünnere Membran auf der Konvexseite mehr dehnen als die dickere auf der Konkavseite und hieraus würde die Reizkrümmung resultieren. Das Primäre bei diesem Vorgang wäre also das Wandern des Protoplasmas an die später konkav werdende Seite.

Wortmann übertrug nun diese Betrachtung von den einzelligen Organen auf die vielzelligen. Auch hier sollte das Protoplasma durch die Kienitz-Gerloff'schen Stränge wenigstens zum Teil in die Zellen der späteren Konkavseite wandern; die Zellen dieser Seite sollten durch die Thätigkeit der größeren Plasmamenge eine größere Dicke und geringere Dehnbarkeit erhalten, durch den überall gleichen Turgor würden infolge dessen die letzteren weniger gedehnt werden als die der späteren Konvexseite, und eine Aenderung der Wachstumsrichtung des Organs würde die Folge sein.

Standen dieser Theorie zwar gleich von Anfang an Beobachtungen gegenüber, nach denen der Turgor auf der Konvex- und Konkavseite nicht gleich sein sollte, so ist doch nicht zu leugnen, dass sie wegen der Einfachheit, mit welcher sie die Reizkrümmungen der ein- und vielzelligen Organe erklärte, und mit den Richtungsbewegungen der freibeweglichen Protisten in Beziehung setzte, plausibel erscheinen musste.

Nun zeigten aber Noll und Haberlandt an verschiedenen Objekten, dass sich vor der Krümmung eine Ansammlung des Protoplasmas nicht nachweisen lasse und Elfving konnte an künstlich gekrümmten Sporangienträgern etc. nachweisen, dass die Protoplasmawanderung eine Folge der Krümmung und nicht ihre Ursache sei, da sich bei den künstlich gekrümmten Organen bei Ausschluss richtender Kräfte eine Ansammlung an der konkaven Seite einstellte.

Wortmann sah sich nach diesem Nachweis genötigt, die Erklärung der Reizkrümmung durch Protoplasmawanderung bei den einzelligen Organen aufzugeben [74], aber trotzdem hielt er seine Theorie noch bei den vielzelligen Organen aufrecht (1889).

In neuester Zeit hat nun Kohl [31] an der Hand sorgfältiger Untersuchungen die Wortmann'sche Theorie einer scharfen Kritik unterzogen. Nach ihm sollen sämtliche Punkte, auf welche Wortmann seine Theorie aufbaut, unhaltbar sein, da eine Wanderung des Protoplasmas nach der Konkavseite nicht nachweisbar, eine absolute Dickenzunahme der Zellmembranen an derselben Seite in den ersten

Stadien der Krümmung nicht vorhanden, und der Turgor endlich auf den gegenüberliegenden Seiten nicht gleich, sondern auf der Konkavseite höher sei als auf der Konvexseite.

In letzterer Hinsicht konnte Kohl die Angaben von G. Kraus bestätigen, der bereits 1882 zu demselben Resultate gekommen und damit die Ansicht von Wiesner und de Vries erschüttert hatte, dass der Turgor auf der Konvexseite gesteigert sei. Es fragt sich nun, wie trotz der Turgorsteigerung auf der Konkavseite eine Krümmung zu Stande kommen kann, da die betreffende Seite doch eine Verkürzung erfahren muss. Kohl weist zur Ueberwindung dieser Schwierigkeit auf seine Beobachtungen hin, nach denen die Rindenparenchymzellen der Konkavseite kürzer, aber weiter als die der gegenüberliegenden Seite sind.

Auf diese Thatsachen gestützt fasst er den Krümmungsvorgang eines negativ geotropischen Stengels in folgender Weise auf: „Durch den Schwerkraftreiz wird die Menge osmotisch wirkender Stoffe in den oben gelegenen Rindenparenchymzellen des horizontal liegenden Stengels vergrößert und damit der Turgor daselbst erhöht. Da nun die Membranen in Rede stehender Zellen infolge der gegenseitigen Verwachsung in der Längsrichtung weniger dehnbar sind als in der Querrichtung, so ruft der gesteigerte Turgor Tonnenumformung und Verkürzung dieser Zellen hervor, durch welche Kontraktion auf die Zellen der Konvexseite ein Longitudinalzug ausgeübt wird. Dieser führt passive Verlängerung der Konvexzellen herbei; die Aufwärtskrümmung der Stengelspitze ist die Folge."

Während also nach der Wiesner-de Vries'schen Annahme in den Zellen der Konvexseite sich der aktive Vorgang abgespielt haben würde, ist es nach der Kohl'schen Ansicht umgekehrt; die Zellen der Konkavseite erleiden eine Veränderung ihres osmotischen Druckes, werden durch denselben kürzer und breiter und bewirken dadurch eine passive Dehnung der andern Seite.

Von den übrigen Resultaten der Kohl'schen Arbeit sollen noch folgende wichtige Punkte hervorgehoben werden:

Es wurde allgemein gesagt, dass z. B. die positiv geotropische Krümmung einer Wurzel dadurch zu Stande kommt, dass die Oberseite stärker als die Unterseite wächst. Dies ist zum mindesten nicht ganz zutreffend. „Die Reizkrümmung ist zunächst nur eine Gewebespannungserscheinung", welche durch Plasmolyse wieder aufgehoben werden kann. Das Membranwachstum kommt erst sekundär hinzu, kann aber selbstverständlich schon während des Krümmungsprozesses seinen Anfang nehmen.

Eine zweite Frage, deren Klärung durch Kohl's Untersuchungen herbeigeführt worden ist, betrifft die Beziehung zwischen Wachstums- und Krümmungszone. Er konnte nämlich feststellen, „dass die Krüm-

mungszone da anhebt, wo das Wachstumsmaximum des Stengels sich befindet, sich aber sofort nach der Stengelbasis hin verschiebt, um diese Wanderung fortzusetzen bis zur Querzone, in der das Wachstum eben im Erlöschen begriffen ist.“ Ja, die Krümmung kann sich auf Stengelpartien erstrecken, in denen ein Zuwachs überhaupt nicht mehr zu konstatieren ist. Hierzu sei bemerkt, dass Rothert [55] an den scheidenförmigen Kotyledonen der Gräser feststellte, dass daselbst die Krümmung in der empfindlichsten Spitzenregion beginnt, welche nicht mit dem Wachstumsmaximum zusammenfällt, und von da allmählich nach den basalen Teilen hinabwandert. Hiernach würde also der Anfang der Krümmung nicht immer mit der Zone des größten Wachstums zusammenzufallen brauchen.

Die Zone, an welcher eine Reizkrümmung überhaupt möglich ist, ist nach Kohl am Stengel nach oben hin dadurch bestimmt, dass der Turgor oberhalb der Zone des Wachstumsmaximums bald so klein, die Dehnbarkeit dagegen so groß wird, dass keine Verkürzung der Zellen mittels erhöhten Turgors zu Stande kommen kann; nach unten hin würde die Grenze dagegen da liegen, wo die Dehnbarkeit der Membran gleich Null ist. Die unterhalb dieser Grenze gelegenen Partien des Sprosses — für die Wurzeln würde natürlich mutatis mutandis dasselbe gelten — behalten demnach dieselbe Lage bei, welche sie vor der Einwirkung des Reizes innehatten.

Schließlich sei noch bemerkt, dass Kohl seine Untersuchungen an geotropisch gekrümmten Organen angestellt hat, dass er aber mutatis mutandis seine Theorie auch bei den übrigen Reizkrümmungen für richtig hält. Die Aenderung der Wachstumsrichtung der Organe durch Reize wäre demnach bei allen Reizkrümmungen auf eine Steigerung der osmotisch wirkenden Substanzen und somit des Turgors in den Zellen der späteren Konkavseite zurückgeführt worden. Es würde sich also nunmehr darum handeln, das Zustandekommen dieser einseitigen Turgorerhöhung näher zu erforschen.

6. Ueber die Zweckmäßigkeit der Reizreaktionen.

a) Ueber die Zweckmäßigkeit des Zustandekommens der Reizkrümmungen.

Es ist von verschiedenen Forschern darauf hingewiesen worden, dass sich die Reizkrümmungen immer auf dem kürzesten Wege vollziehen, ein Verhalten, dessen Zweckmäßigkeit offenbar ist. Als ein besonders gutes Beispiel hierfür mögen die bilateralen Aeste der Tannen und Erlen genannt sein. Bringt man einen solchen Spross in eine abnorme Lage, so kehrt er stets auf dem kürzesten Wege in seine natürliche Lage zurück und zwar immer so, dass seine morphologische Oberseite nach oben zu liegen kommt (Frank [18]). Man kann sich

durchaus zuverlässigen Beobachtungen in Vergessenheit gebracht zu haben, trägt Franz Ferdinand Schulze, der in seiner 1836 erschienenen, übrigens sonst sehr sorgfältigen und verdienstlichen Dissertation[1]) auf Seite 30 sich in sehr entschiedener Weise gegen das Vorhandensein einer ungeschlechtlichen Vermehrung bei den dendrocölen Turbellarien ausspricht: Spontaneam divisionem transversam quum nunquam viderim nisi in iis, quae in medio corpore violatae erant, jure eam nego et mecum negabit quisque, qui ut ego plura planariarum millia per unum totum annum assidue observavit et in hanc rem praecique animum advertit". Der Fehler lag darin, dass Schulze und alle diejenigen, welche mit ihm die ungeschlechtliche Fortpflanzung der Peanariden leugneten, annahmen, dass die Fähigkeit sich zu teilen, wenn überhaupt vorhanden, sämtlichen Arten zukommen müsse, während sie in Wirklichkeit auf einzelne beschränkt ist, und zwar gerade auf solche Arten, welche weniger allgemein verbreitet sind und, in kühlen Bergwässern unter Steinen verborgen lebend, den Zoologen seltener in die Hände kommen.

Nach der Zusammenstellung Keller's, dessen jüngst erschienene Arbeit diesem Referat hauptsächlich zu Grunde liegt, ist die ungeschlechtliche Vermehrung durch Teilung bei nachfolgenden Turbellarien sicher festgestellt:

Süßwasser-Tricladen . .	*Planaria fissipara* Kennel „ *subtentaculata* Drap. „ *albissima* Vejd. *Polycelis cornuta* O. Schmidt.
Land-Tricladen	*Bipalium kewense* Mos.; außerdem einige von Fletcher und Hamilton nicht näher bezeichnete australische Landplanarien[2]).
Süßwasser-Rhabdocöliden	Alle Arten der Gattung *Microstoma*. „ „ „ „ *Stenostoma*. „ „ „ „ *Catenula*.
Meeres-Rhabdocöliden .	„ „ „ „ *Alaurina*.

Den angeführten Planarien ist noch *P. alpina* [*Dana*] anzureihen, deren bereits von Zschokke vermutete ungeschlechtliche Vermehrung neuerdings durch Borelli sicher festgestellt worden ist.

Am besten bekannt sind jetzt die Teilungsvorgänge bei den rhabdocölen Turbellarien. *Stenostomum langi*, an welchem Keller seine eingehenden Untersuchungen anstellte, pflanzt sich das ganze Jahr hin-

1) Franc. Ferd. Schulze, De planariarum vivendi ratione et structura penitiori nonnulla. Berolini 1836.

2) Fletcher and Hamilton, Notes on australian Land-Planarians. Proceedings of the Linnean Society of New South Wales, 2. Series, Vol. 2, 1888, p. 359.

durch ungeschlechtlich fort, mit Ausnahme einiger Wochen im Oktober. Während man nämlich sonst immer Ketten von zwei bis fünf aneinander hängenden Tieren findet, lösen sich im Laufe dieses Monats die einzelnen Individuen aus dem Kettenverbande, ohne neue Teilungen einzugehen, und werden geschlechtsreif, indem sich ungefähr zwanzig Hodenfollikel in der Schlundgegend und ein unpaares Ovarium in der Darmregion ausbilden. Die männlichen Geschlechtsprodukte reifen erheblich früher als die weiblichen, so dass eine Selbstbefruchtung ausgeschlossen erscheint. In der Regel sind von den Hoden nur noch Rudimente vorhanden, wenn das Ovarium angelegt wird. Nach der Eiablage sterben die Tiere nicht ab, sondern sie fangen schon vor Beendigung derselben an, sich wieder durch Teilung fortzupflanzen. Auch während des Winters geht die Vermehrung von statten, aber in langsamerem Tempo als im Sommer. Bei ungestörter Fortpflanzung zerfällt jede Kette nach durchschnittlich fünf Tagen in zwei Teile von 1—3 Individuen, je nach der gerade vorhandenen Anzahl. Misshandlung führt dagegen den plötzlichen Zerfall der Kette in mehrere Teile herbei. Das hinterste Glied einer Kette bleibt immer kleiner als die übrigen, weil es sich in schlechteren Ernährungsverhältnissen befindet.

Die Untersuchung auf Schnittserien zeigt, dass die Teilung durch die Bildung eines neuen Gehirnes eingeleitet wird, hierauf erfolgt auf der Mitte der Bauchseite die Anlage eines neuen Schlundes und dann die Neubildung der Sinnesorgane. Ungefähr $2^1/_2$ Stunden nach Beginn dieser Regenerationsvorgänge fängt das Muttertier an, sich dicht vor den neuangelegten Organen einzuschnüren. Die ringförmige Furche wird allmählich immer tiefer und engt den stabförmigen Darm mehr und mehr ein, bis dieser schließlich sein Lumen ganz verliert. Bald darauf bricht an dieser Stelle die Kette durch und zerfällt in zwei Teile. Die Heilung der entstandenen Wundfläche nimmt kaum eine halbe Stunde in Anspruch.

Bei anderen Stenostomen geschieht die Vermehrung auf gleiche Weise, nur bilden die meisten Arten Ketten von geringerer Individuenzahl als *St. langi*. Die Gattung *Catenula* verhält sich, was die äußeren Vorgänge betrifft, ganz wie *Stenostomum*.

Bei den Mikrostomen findet keine völlige Unterbrechung der ungeschlechtlichen Fortpflanzung statt, sondern auch während der im Oktober eintretenden Geschlechtsreife sind kleine Ketten von männlichen und ebensolche von weiblichen Individuen vorhanden. Man nimmt an, dass *Microstomum* getrennt geschlechtlich ist, doch ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass dieselben Individuen erst männliche und später weibliche Geschlechtsorgane hervorbringen. Auch hier findet während der Wintermonate die ungeschlechtliche Vermehrung statt, aber gleichfalls langsamer als im Sommer. Bei guten Ernährungsverhältnissen geht in der warmen Jahreszeit die Bildung neuer

Individuen [Zooide] außerordentlich rasch von statten, indem die eben entstandenen Einzeltiere der Kette sich bereits wieder teilen, ehe sie ganz ausgewachsen sind. Es kommt auf diese Weise zur Bildung von zehn- und mehrgliedrigen Ketten. Die normale Zerlegung der Kette geschieht auch hier durch eine Zweiteilung.

Die Teilung wird nach v. Wagner's Untersuchungen durch die Bildung einer ringförmigen, quer zur Längsaxe des Körpers gestellten Wand aus Bindegewebe eingeleitet, welche sich zwischen Darm und Leibeswand ausspannt. Dieses Septum [welches bei den Stenostomen nicht auftritt] besteht von Anfang an aus zwei Lamellen und schließt so die Leibeshöhle der einzelnen Zooide gegen die künftige Teilungsebene ab, welche später zwischen den beiden Lamellen hindurchschneidet. Indem sich diese doppelte Scheidewand bald verkürzt, wird der Darm in der Ebene derselben nach der Haut zu hingezogen, so dass eine rings um den Darm gehende, nach außen vorspringende Falte entsteht. Durch die auf der Ventralseite am Vorderende der einzelnen Zooide sich vollziehenden Regenerationsvorgänge wird der die ganze Kette durchsetzende Darm hinter jeder Falte mehr und mehr eingeengt. Nach beendigter Regeneration senkt sich die Haut in der Ebene des Septums, eine ringförmige Furche bildend, ein. Dabei trennen sich, wie v. Graff schon bemerkte, die beiden anfangs dicht aneinander liegenden Lamellen des Septums, so dass die Furche sich zwischen ihnen bis an den Darm vorschiebt, wobei die Ringfalte des Darmes verschwindet. Der leiseste Anstoß genügt jetzt, um das Zerbrechen der Kette in zwei Teile zu bewirken. In diesem Falle ist der Darm an der Rissstelle völlig geschlossen; werden aber die Tiere durch Einwirkung von Reagentien oder durch unsanfte Behandlung früher zur Ablösung gebracht, so klaffen die Enden des Darmes wie eine vom Druck befreite Feder trichterförmig auseinander, woraus sich ergibt, dass der Darm mechanisch durch den Druck der sich regenerierenden Organe und der Ringfurche der Haut eingeschnürt wird.

Auf die histologischen Einzelheiten bei der Regeneration der Organe kann hier nicht näher eingegangen werden. Trotz mancher, hauptsächlich durch die Verschiedenheit des anatomischen Baues bedingter Abweichungen im einzelnen, stimmen doch die Regenerationsvorgänge der Stenostomen und Mikrostomen in den Hauptzügen ganz überein und stehen auch im wesentlichen mit dem in Einklang, was man über die Neubildung der Organe bei dendrocölen Turbellarien bisher erfahren hat. Der Aufbau der neuen Organe wird bewirkt durch Ansammlung indifferenter Parenchymzellen, mesodermaler Bindegewebszellen, welche ihren embryonalen Charakter bewahrt haben. Diese von Keller mit dem Namen Stammzellen belegten Elemente liefern das gesamte Gehirn, den ganzen Schlundapparat, die Augen, die Hautdrüsen und ebenso später die Geschlechtsorgane.

Während wir es bei den rhabdocölen Turbellarien mit Tieren zu thun haben, wo das geschlechtsreife Individuum höchstens 1—2 mm misst, und die ganze Kette bei Stenostomen etwa 3, bei Mikrostomen etwa 10 mm lang wird, sind die sich ungeschlechtlich vermehrenden dendrocölen Turbellarien Tiere von $^1/_2$—$1^1/_2$ cm Länge. Daher wurden auch die bei ihnen auftretenden, schon mit bloßem Auge oder mit der Lupe leicht wahrnehmbaren äußeren Teilungserscheinungen bereits von den älteren Forschern mit großer Zuverlässigkeit und Genauigkeit beschrieben. Mehrgliedrige Ketten kommen bei ihnen nicht vor, es findet stets nur eine Durchschnürung des Muttertieres in zwei Tochterindividuen statt.

Nach Johnson (1822 S. 443), dessen vorzüglicher Darstellung wir hier folgen wollen, bildet sich bei *Polycelis cornuta* [1]) nicht weit vom Hinterende des Tieres eine Einschnürung, welche, immer tiefer werdend, nach drei Tagen zur völligen Trennung des Körpers in zwei Stücke führt, die wir als Kopfteil und Schwanzteil bezeichnen wollen. Von diesen kriecht der erstere munter umher, als ob nichts vorgefallen wäre. Der Schwanzteil dagegen bleibt still sitzen und verändert nur gelegentlich langsam seinen Platz. Stört man ihn aber durch Berührung auf, so bewegt er sich nahezu mit derselben Geschwindigkeit wie der Kopfteil. Beide ergänzen sich durch Regeneration der fehlenden Partien wieder zu vollständigen Individuen. Meist ist in 14 Tagen — je nach den Temperaturverhältnissen auch früher oder später — die ursprüngliche Form wieder hergestellt, aber erst nach einem Monat oder nach noch längerer Zeit erlangt das neue Individuum die ursprüngliche Größe und Pigmentierung des Muttertieres. Der Kopfteil wartet nun aber in der Regel nicht so lange bis sein Hinterende völlig herangewachsen ist, sondern gewöhnlich wird schon wieder ein Stück abgeschnürt, wenn die Regeneration seiner Schwanzspitze kaum eingeleitet ist. So lösten sich z. B. von einem Exemplare, welches Johnson in einer Schale isoliert hielt, binnen einer Nacht nach einander zwei Stücke los. Im ganzen stießen 25 *Polycelis cornuta* im Laufe zweier Monate zusammen 62 Hinterleibsspitzen ab. Wie ich selbst an Exemplaren, die von mir im Aquarium des Bonner zoologischen Institutes längere Zeit gehalten wurden, beobachten konnte, schneidet die

1) Nach Johnston (A Catalogue of the British Non-parasitical Worms in the Collection of the British Museum, London 1865) ist die *Planaria cornuta* Johnson's (1822) identisch mit der *P. felina* Dalyell's (1814) und müsste daher eigentlich jetzt *Polycelis felina* genannt werden. Da aber Hallez (Catalogue des Turbellariés du nord de la France et de la côte boulonnaise: Revue Biologique du Nord de la France (Vol. 5, 1893), das *Synonym felina* mit einem Fragezeichen versieht, so behält auch der Referent, dem Dalyell's seltene Abhandlung nicht zugängig ist, den bisher üblichen Namen vorderhand bei.

Teilungsebene hinter der Mundöffnung durch. Bei lebhafter Teilung, wenn das Hinterende nicht Zeit hat, sich vor der Abschnürung neuer Stücke ganz zu regenerieren, rücken die neuen Teilungsebenen immer weiter nach vorn und erreichen schließlich die Mundöffnung. So sieht man gelegentlich Kopfteile, an deren Hinterende die Spitze des rüsselartigen Schlundrohres aus der durch die Teilungsebene angeschnittenen Schlundscheide hervorsteht. Mitunter trifft man auch derartige, stark verkürzte Exemplare, welche das Schlundrohr durch Selbstamputation ganz abgeworfen haben. Nach der Trennung bleibt die Einschnürung an der Trennungsfläche bei beiden Teilstücken bestehen, so dass die Risswunde durch die eingeschlagene Haut bis auf einen kleinen weißen in der Mitte befindlichen Fleck geschlossen ist. Der letztere selbst wird etwas in den Körper zurückgezogen und so hat der Kopfteil hinten, der Schwanzteil vorn eine deutliche Einkerbung. Die abgelösten Schwanzteile sind anfangs deutlich herzförmig und nicht viel länger als breit, bei der nun folgenden Regeneration ihres Vorderendes, an welchem der Kopf in Gestalt eines Zellpolsters hervorwächst, streckt sich gleichzeitig der übrige Körper beträchtlich in die Länge, so dass bald der Längsdurchmesser den Querdurchmesser beträchtlich übertrifft. Im Inneren ist bereits vor der Ablösung der neue Schlundapparat, je nachdem die Abschnürung später oder früher erfolgte, bald deutlich erkennbar, bald nur in den ersten Spuren angelegt. Am Hinterende des Kopfteiles entsteht das neue Schwanzende in Gestalt einer weißlichen Zellwucherung.

Wie schon Johnson beobachtete, sind bei lebhafter ungeschlechtlicher Vermehrung die sich ablösenden Schwanzteile mitunter so klein, dass man sie mit bloßem Auge kaum bemerkt, und es liegt nahe, in einem derartigen Falle, wo man z. B. vom Hinterende eines kleinen Exemplares von 4—5 mm Länge sich ein winziges Stückchen von noch nicht 1 mm ablösen sieht, eher von Knospung als von Teilung zu sprechen, da man unwillkürlich mit dem Begriffe Teilung die Vorstellung verbindet, dass die beiden Teile auch gleich groß sind. Mit Recht hebt aber v. Wagner hervor, dass dies durchaus nicht unbedingt im Wortsinne liegt und dass man von einer Teilung ebenso gut sprechen kann, wenn die Teilstücke ganz ungleich sind. Es ist ein besonderes Verdienst v. Wagner's, in der oben angeführten Arbeit in kritischer Weise die verschiedenen mit den Namen Teilung und Knospung belegten Erscheinungen gesichtet und eine scharfe und brauchbare Definition beider Vorgänge gegeben zu haben, welche der bestehenden Verwirrung ein Ziel gesetzt hat:

„Die Teilung ist ein Trennungsprozess ursprünglich zu einem einheitlichen Ganzen gehöriger, durch normales Wachstum entstandener oder im Entstehen begriffener Teile, bei welchem ergänzende Neubildungen unter Beseitigung der ursprünglichen Einheit neue Individuen

bilden". Beispiele: Kettenbildung bei Ringelwürmern und Turbellarien, Strobilation der Quallen.

„Die Knospung dagegen ist ein ausschließlich auf einem vom normalen verschiedenen, besonderen (differentiellen) Wachstum beruhender Neubildungsprozess ganzer Individuen, bei welchem die knospende Lebenseinheit in der Regel unverändert erhalten bleibt". Beispiele: ungeschlechtliche Fortpflanzung der Tunikaten, Bryozoen, Hydroidpolypen.

Bei der Teilung geht in jedes der beiden neugebildeten Individuen ein Teil des ursprünglichen Tieres über und die sich vollziehenden Regenerationen treten an Stellen auf, wo sie auch auftreten würden, wenn man das ursprüngliche Tier an der Teilungsstelle künstlich durchschnitte.

In den typischen Fällen der Knospung (z. B. bei *Hydra*) entsteht das neugebildete Individuum ganz aus einer Zellwucherung embryonalen Charakters und es gehen keine bereits ausgebildeten Teile des Mutterindividuums in das Tochterindividuum über. Die Neubildungsvorgänge haben mit den die ursprüngliche Körpergestalt wiederherstellenden Regenerationserscheinungen verletzter Tiere direkt nichts zu thun.

Um auf *Polycelis cornuta* zurückzukommen, so entstehen aus den abgelösten Schwanzteilen stets lebensfähige vollkommene Tiere, mögen die Teile auch noch so klein gewesen sein. So habe ich z. B. durch Teilung entstandene fertig regenerierte Exemplare von mir, welche nicht länger als 1 mm und nicht breiter als $^1/_3$ mm sind. Johnson machte schon darauf aufmerksam, dass beim Anblick so kleiner Individuen leicht die Vermutung auftauchen könne, sie seien geschlechtlich erzeugte, lebendig geborene Junge.

(Schluss folgt.)

R. Wiedersheim, Der Bau des Menschen als Zeugnis für seine Vergangenheit.

Zweite, gänzlich umgearbeitete und stark vermehrte Auflage. Mit 109 Figuren im Text. 8. VIII u. 190 S. 1893. Freiburg i. Br. und Leipzig. J. C. B. Mohr (Paul Siebeck).

Seitdem Huxley in seiner Schrift „Zeugnisse für die Stellung des Menschen in der Natur" die für die Beurteilung der Verwandtschaftsbeziehungen des Menschen in Betracht kommenden Thatsachen zusammengestellt hat, sind unsre Kenntnisse so mannigfach bereichert worden, dass eine neue übersichtliche und kritische Zusammenstellung derselben sehr dankenswert erscheinen muss. Es ist deshalb mit Freude zu begrüßen, dass Herr Wiedersheim seine im Jahre 1877 erschienene Schrift über den „Bau des Menschen" jetzt in erweiterter Neu-

bearbeitung wieder herausgegeben hat, zumal diese durch die zahlreichen Abbildungen und die breitere, auf vergleichender Anatomie und Entwicklungsgeschichte begründete und dadurch vertiefte Darstellung ungemein gewonnen hat. Indem er der Reihe nach die Organsysteme: Integument, Skelett, Muskeln, Nerven, Sinnesorgane, Tractus intestinalis, Tractus respiratorius, Zirkulationsorgane, Milz, Urogenitalsystem, Nebennieren bespricht, werden die Veränderungen, welche dieselben im Laufe der Entwicklung des Menschengeschlechts durchgemacht haben müssen oder noch durchzumachen im Begriff sind, an der Hand der anthropologischen, entwicklungsgeschichtlichen und vergleichend anatomischen Thatsachen unter Benutzung der durch die Variationen und teratologischen Befunde gebotenen Fingerzeige besprochen. Dabei ergibt sich dann, wie einzelne Organe in fortschreitender Abnahme begriffen oder schon zu vollständiger Degeneration gelangt sind, andere dagegen, namentlich das Gehirn, in fortschreitender Entwicklung begriffen sind. Bei dem umfassenden Wissen, über welches der rühmlichst bekannte Verfasser in allen hierbei inbetracht kommenden Gebieten verfügt, ist ihm natürlich kaum irgend eine einschlägige Thatsache entgangen, so dass auch solche Leser, denen der Gegenstand nicht ganz fremd ist, vieles für sie Wissenswertes und Neues finden werden, während bei dem minder Bewanderten durch die lichtvolle Darstellung Interesse für die Sache geweckt werden muss, auch da, wo er dem Verfasser in den Einzelnheiten nicht zu folgen oder seine Schlüsse als vollkommen beweisend nicht zu erkennen vermag. An der Grundlage des Ganzen, dass der Mensch in der Reihe der Lebewesen nicht auf einer vollkommen abgetrennten Stufe, sondern an der Spitze einer Entwicklungsreihe, mit deren andern Gliedern er zusammengehört, steht, wird der Leser, welcher der Darstellung bis zum Ende aufmerksam gefolgt ist, wohl nicht zweifeln können. P.

Georg Klebs, Ueber das Verhältnis des männlichen und weiblichen Geschlechts in der Natur.

8. 30 Seiten. Jena, Gustav Fischer, 1894.

Die kleine Schrift des Baseler Botanikers, ursprünglich eine Rektoratsrede, welche für den Druck in einigen Punkten verändert und ergänzt wurde, gibt eine gedrängte Uebersicht unsrer Kenntnisse über Fortpflanzung bei Pflanzen und Tieren, die Unterschiede der Geschlechter, ihr Zahlenverhältnis, den Einfluss äußerer Umstände auf die Entstehung der Geschlechter. Zum Schluss berührt der Verf. die Frage der Vererbung, wobei er sich für die Möglichkeit der Vererbung erworbener Eigenschaften ausspricht. P.

Verlag von Eduard Besold (Arthur Georgi) in Leipzig. — Druck der kgl. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik — Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIV. Band. 1. November 1894. **Nr. 21.**

Inhalt: **Herbst**, Ueber die Bedeutung der Reizphysiologie für die kausale Auffassung von Vorgängen in der tierischen Ontogenese. I. (Fortsetzung.) — **Voigt**, Die ungeschlechtliche Fortpflanzung der Turbellarien (Schluss). — **v. Lendenfeld**, Einige neuere Arbeiten über die Verdauung bei Infusorien und Plasmodien. — **Nusbaum**, Einige Bemerkungen über die Extremitätenanlagen bei den Isopodenembryonen. — **Rosenthal**, Kleinere Schriften und Briefe von Robert Mayer. Nebst Mitteilungen aus seinem Leben. — **Bowditch**, Are composite photographs typical pictures? — **Ewald**, The influence of light on the gas exchange in animal tissues.

Ueber die Bedeutung der Reizphysiologie für die kausale Auffassung von Vorgängen in der tierischen Ontogenese. I.

Von **Curt Herbst.**

(Fortsetzung.)

II. Teil. Ueber die Bedeutung der Richtungsreize für die kausale Auffassung ontogenetischer Vorgänge.

A. Einleitung und Historisches.

Nachdem wir in den vorhergehenden Kapiteln den Einfluss richtender Kräfte auf die Bewegungs- und Wachstumsrichtung der Organismen und ihrer Organe kennen gelernt haben, wollen wir im folgenden den Versuch machen, unsre Erfahrungen auf ontogenetische Vorgänge anzuwenden. Natürlich dürfen wir nicht hoffen, alle oben aufgezählten Arten von Richtungsreizen in der Ontogenese als gestaltende Faktoren anzutreffen, da für viele derselben in dem Entwicklungsprozesse wohl kaum Gelegenheit zur Bethätigung vorhanden sein dürfte. So viel sich bis jetzt übersehen lässt, dürfte der richtende Einfluss einseitiger Stoffwirkungen die größte Rolle spielen. In den meisten Fällen werden wir zur Zeit nur das Vorhandensein einer taktischen oder tropischen Erscheinung wahrscheinlich machen, dagegen den speziellen Charakter derselben nicht bestimmen können. Dies wird dem Prinzipiellen, welches die nachfolgenden Ausführungen an sich tragen, keinen Abbruch thun.

Der erste Forscher, welcher einen richtenden Einfluss äußerer Faktoren auf Gestaltungsvorgänge im Keim vermutete, war — so viel

ich weiß — His[1]) [25]. Derselbe vertritt nämlich in seinen Untersuchungen über die Bildung des Knochenfischembryo die Ansicht, dass sich die Flächenzunahme des Lachskeimes am leichtesten so verstehen lasse, „wenn man den Zellen das Bestreben zuschreibt, in größtmöglicher Ausdehnung der oberen Fläche sich zuzuwenden. Wo die Schicht dick ist, da drängen sich tiefer liegende Zellen in Folge dieses Bestrebens zwischen die oberflächlichen ein und treiben sie auseinander; wo die Schicht dünner ist, da breiten sich die Zellen derart aus, dass sie eine größtmögliche freie Oberfläche gewinnen. — Das Streben aber der Zellen zu größtmöglicher Oberflächenentfaltung lässt sich seinerseits am ehesten aus einem Respirationsbedürfnis derselben ableiten, und man kann dabei an Erfahrungen erinnern, welche auch anderweitig in der Hinsicht gemacht worden sind, speziell an diejenigen, welche Ranvier über den Einfluss der Luft auf Zellenwanderungen mitgeteilt hat [25 S. 220]".

His dachte dabei — wie er selbst Kupffer[2]) gegenüber bemerkt — nicht „an eigentliche Massenauswanderungen, sondern an Vorgänge mehr lokalisierten Charakters", er suchte nur die Flächenausdehnung des äußeren Keimblattes, welches ja eine kompakte Platte bildet, — ob mit Recht oder Unrecht, mag dahingestellt bleiben — durch das Sauerstoffbedürfnis der Zellen plausibel zu machen. Da er später — abgesehen von einer kurzen Bemerkung, welche ich nachträglich entdeckt habe und weiter unten erwähnen werde — nie wieder auf diesen Punkt zurückgekommen ist, so lässt sich aus diesen Erörterungen nicht ersehen, ob er überhaupt den Richtungsreizen einen wesentlichen Anteil an dem Aufbau der Embryonen zuschreibt.

Ein sehr wertvolles Beispiel für die Beteiligung von richtenden Kräften an ontogenetischen Prozessen hat in neuerer Zeit Loeb [38] geliefert. Derselbe konnte nämlich feststellen, dass die Zeichnung des Dottersackes der *Fundulus*-Embryonen durch die Anordnung der Blutgefäße bedingt ist, und zwar ist es das strömende Blut, welches das Anlagern der Chromatophoren an die Gefäßwände bewirkt, denn erstens tritt diese Ansammlung erst dann ein, wenn die Zirkulation begonnen hat, und zweitens kann sie durch einen Zusatz von KCl zum Meerwasser, wodurch der Kreislauf des Blutes, aber nicht die Entstehung der Blutgefäße gehemmt wird, aufgehoben werden.

---

1) Durch einige Bemerkungen Roux's [57 S. 2], auf die mich mein Freund Hans Driesch hinwies, wurde ich auf die betreffenden Aeußerungen aufmerksam gemacht.

2) Kupffer vertrat wie eine Anzahl anderer Forscher (Vogt, Stricker, Oellacher etc.) die Ansicht, dass am Aufbau des Teleostierembryo aktive Zellenwanderungen beteiligt seien, doch scheint er nicht auf die Ursachen dieser Wanderungen eingegangen zu sein. Vergl. His l. c. S. 218—219.

Die Chromatophoren bleiben in diesem Falle in den Räumen zwischen den Gefäßen liegen, und der Dottersack behält infolge dessen seine tigerartige Zeichnung wie zu Anfang bei.

Besonders erwähnenswert ist noch die Beobachtung Loeb's [38], dass die Chromatophoren, sobald sie sich einem Gefäße angelagert haben, ihr amöbenartiges Aussehen verlieren und gleichsam eine Scheide um die Gefäße bilden [1]).

So wichtig mir nun diese Entdeckung zu sein scheint, so hat doch Loeb ihre Bedeutung für die kausale Auffassung ontogenetischer Vorgänge nicht erkannt; wenigstens weist er mit keinem Worte darauf hin.

Im Frühjahr 1893 veröffentlichte Roux [59] drei kurze Mitteilungen über die Selbstordnung der Furchungszellen. Er berichtet hierin über Beobachtungen, welche das Nähern isolierter Furchungskugeln des braunen Frosches gegen einander und ihre durch den engen Zusammenschluss bedingte gegenseitige Abplattung betreffen. Roux sieht in diesen Erscheinungen aus verschiedenen Gründen eine aktive Lebensthätigkeit der Zellen und vermutet als Grund der Annäherung positive Chemotaxis: „Die Furchungszellen verhalten sich zumeist in hohem Maße positiv chemotropisch zu einander, pigmenthaltige und pigmentlose Zellen ohne Unterschied. Einige Male wurden auch Erscheinungen beobachtet, welche vielleicht auf negativem Chemotropismus beruhen. Mit der Richtigkeit dieser Deutung der beobachteten Näherungserscheinungen wird der sogenannte Chemotropismus als ein wichtiges gestaltendes Prinzip der Ontogenese aufzufassen sein".

Auch in seiner Streitschrift gegen Driesch und Hertwig deutet Roux [58 S. 664] mit einigen Worten an, dass taktische Erscheinungen in der Ontogenese vielleicht eine Rolle spielen können.

Zu der gleichen Ansicht bin nun auch ich [23. II] unabhängig von Roux im Verlaufe meiner Untersuchungen über die Abhängigkeit der Gestaltung vom Medium (II. Teil S. 198 ff.) gelangt. Die Beobachtung des Wanderns der Kalkbildungszellen an bestimmte Stellen der Gastrulawand der Echinidenlarven stellten mich vor die Frage nach der Ursache dieses Wanderns. „Warum wird nicht auch einmal der Urdarm von einem Kalkgerüst umgeben und das Ektoderm freigelassen?" — so fragte ich mich. Die Antwort hierauf lautete, dass es wahrscheinlich die positive Oxygenotaxis der Kalkbildungszellen ist, welche denselben ihre Bewegungsrichtung wenigstens zum Teil vorschreibt. „Es liegt nämlich auf der Hand, dass bei einer normalen Gastrula oder einem normalen Pluteus das Ektoderm, welches infolge der Flimmerbewegung stets von frischem Seewasser umspült wird, weit geeigneter zum Austausch der Gase ist als das Entoderm. Bei den *Lithium*-Larven liegen aber die Verhältnisse anders, indem hier sowohl Ekto- als Entoderm an der Begrenzung der äußeren Körper-

1) Vergl. hierzu Kölliker [30 S. 37 u. Fig. 24 Taf. II].

oberfläche Anteil nehmen. Die Folge davon ist, dass jetzt eine größere Quantität Sauerstoff, als es sonst möglich ist, durch die Wandung des Urdarmabschnittes diffundieren und ein Anlegen von Kalkbildungszellen an dieselbe veranlassen kann". Und in der That wurde letzteres in einigen Fällen beobachtet. So dürfte es denn wahrscheinlich sein, dass die Bildungszellen des äußeren Kalkpanzers in der That von ihrem Sauerstoffbedürfnis gezwungen werden, sich dem Körperepithel dicht anzulegen. Für die Fälle, wo auch an inneren Organen Kalkabscheidungen vorkommen, müsste man selbstverständlich eine andere Ursache in Anspruch nehmen.

„Es braucht wohl kaum besonders betont zu werden, dass die in Bezug auf das Wandern der Kalkbildner aufgeworfene Frage im Prinzip in jeder Ontogenese häufig wiederkehrt; und zwar gehören hierher nicht nur jene Vorkommnisse, wo von freibeweglichen Mesoderm- resp. Mesenchymzellen an einem bestimmten Orte einheitliche Organe gebildet werden, sondern auch solche, wo eine bestimmte Zellengruppe, wie von einer unsichtbaren Macht getrieben, auf eine ganz bestimmte Stelle zuwächst. In die letztere Kategorie würde z. B. das heranwachsen der Nerven an die richtigen Muskeln gehören" (l. c. S. 199).

Im folgenden wollen wir nunmehr versuchen, an der Hand einiger Beispiele die Fruchtbarkeit vorstehender Ausführungen darzuthun. Wir wollen mit den

B. Taktischen Erscheinungen in der Ontogenese

beginnen.

a) Die Aero- (Oxygeno-) Taxis der Furchungszellen von Arthropodeneiern.

Es ist bekannt, dass der befruchtete Eikern bei Myriapoden, Insekten und vielen Krebsen (z. B. beim Flusskrebs) im Innern der Eizelle liegt und sich hier zu teilen beginnt. Nachdem die Zahl der Furchungskerne, von denen jeder von einem amöbenartigen Protoplasmakörper umgeben ist, ein gewisses Maß erreicht hat, kriechen diese Furchungszellen — wie wir cum grano salis [1]) sagen können — an die Peripherie des Eies und bilden hier das Blastoderm. Ein ähnliches Wandern der Furchungskerne mit den sie umgebenden, sternförmigen Plasmainseln kommt auch an den Eiern der Araneiden und zahlreicher Crustaceen vor, bei denen die Furchung anfangs total ist und erst später superfiziell wird, indem die Zellgrenzen an der Peripherie erhalten bleiben, im Innern aber mehr oder weniger verschwinden.

Ausgezeichnete Beispiele für diesen letzteren Typus liefern nach Brauer und Morin die Eier von *Branchipus stagnalis* und *Theridium maculatum*, einer dipneumonen Spinne [2]).

1) Vergl. hierzu Korschelt und Heider S. 765 [32].

2) Vergl. hierzu die Fig. 227 u. 363 bei Korschelt und Heider [32].

Es ist selbstverständlich, dass das Wandern der Furchungszellen in den erwähnten Fällen eine Ursache haben muss, und ich meine, dass wir nicht fehlgehen, wenn wir dieselbe in der positiven Aerotaxis suchen. Einen indirekten Beweis für die Richtigkeit dieser naheliegenden Vermutung sehe ich in dem Resultat von Experimenten, welche Loeb [40] an *Fundulus*-Eiern angestellt hat. Aus denselben geht nämlich mit großer Deutlichkeit hervor, dass die Embryonen des betreffenden Fisches mit fortschreitender Entwicklung immer empfindlicher gegen Sauerstoffmangel werden und dass mithin die Furchungszellen weniger sauerstoffbedürftig als die Zellen späterer Entwicklungsstadien sind. Auch aus einer Beobachtung Roux's [56 S. 39] scheint hervorzugehen, „dass die Furchung noch bei sehr geringer Gelegenheit zum Gasaustausch vor sich gehen kann, während die Bildung neuer Gestaltung durch Wachstum eines solchen nicht entbehren kann". Wir verstehen aus dieser Thatsache, warum die Furchungskerne mit ihren amöbenartigen Protoplasmainseln anfangs im Innern der Eier liegen bleiben und erst später positiv aerotaktisch werden und an die Peripherie wandern. Es braucht wohl nicht erst besonders betont zu werden, dass nicht etwa alle Furchungszellen zu gleicher Zeit an die Eioberfläche zu kriechen brauchen, sondern dass die einen früher, die anderen später — je nach ihrer spezifischen Sauerstoffempfindlichkeit — auf die einseitige Sauerstoffzufuhr reagieren können. Falls neben dem Sauerstoffbedürfnis keine anderen Momente die Bewegung der Blastomeren bestimmen, so müssen letztere nach unsrer Ansicht selbstverständlich stets die Stelle der Peripherie zu erreichen suchen, welche ihnen am nächsten liegt. Beginnt die Blastodermbildung an einer bestimmten Stelle und breitet sie sich erst allmählich über die ganze Oberfläche aus, so kann dies meiner Meinung nach die Folge der Eiform und der anfänglichen Lage des befruchteten Eikernes sein. Hiernach lässt es sich vielleicht verständlich machen, warum z. B. bei *Hydrophilus* die Blastodermbildung in einer queren, dem hinteren Pole genäherten Zone, bei *Blatta* dagegen, bei welcher übrigens die „Furchungszellen" sehr frühzeitig positiv aerotaktisch werden, an der Ventralseite des Eies beginnt. Nicht unerwähnt mag bleiben, dass ich weit davon entfernt bin, zu glauben, es ließen sich alle Fälle von einseitiger Ansammlung der Blastomeren auf vorstehende einfache Weise erklären, denn es ist sehr wohl möglich, dass die Richtung der Bewegung der Wanderzellen auch noch durch andere Momente mit bestimmt werden kann, worauf ja schon hingewiesen wurde.

b) Die Chemo- (Tropho-) Taxis der Dotterzellen (Vitellophagen).

Bekanntlich ist von verschiedenen Forschern festgestellt worden, dass bei vielen Insekten einige der Furchungszellen im Dotter bleiben und hier zu den sogenannten Vitellophagen werden. Wir haben in

dieser Erscheinung meiner Meinung nach einen Fall von positiver Chemotaxis oder — wie wir hier präziser sagen können — von Trophotaxis vor uns. Ob diese Dotterzellen überhaupt keine Aerotaxis besitzen oder ob dieselbe nur durch die stärkere Anlockung von Seiten des Dotters verdrängt wird, kann natürlich nicht entschieden werden. Bei der Richtigkeit der letzteren Alternative wäre dann selbstredend auch zuzugeben, dass möglicherweise die positiv aerotaktischen Blastodermzellen auch eine positive Trophotaxis aufweisen, welche aber wegen der stärkeren Reizbarkeit für einseitige Sauerstoffzufuhr — wenigstens zunächst — nicht zur Geltung kommen kann. Mir scheint diese Ansicht sehr viel für sich zu haben, und zwar erstens deswegen, weil es Insekten gibt (*Blatta* und *Neophylax*), bei denen zuerst alle Furchungszellen an die Oberfläche wandern und erst sekundär einige in das Innere des Dotters zurückkehren, und weil zweitens auch bei den Formen, welche primäre Dotterzellen besitzen, eine nachträgliche Einwanderung von Zellen des Blastoderms resp. des Keimstreifens in den Dotter hinein stattfindet. Wir haben also in diesen beiden Fällen eine Aenderung der Reizstimmung mancher Zellen mit fortschreitender Entwicklung vor uns, und zwar könnte man das Phänomen so auffassen, dass jetzt die positive Trophotaxis über die Aerotaxis Herr wird.

Auch bei den Myriapoden, Arachniden, Crustaceen und Pyrosomen sehe ich die Ursache der Entstehung der Vitellophagen und Kalymmocyten in einer chemotaktischen Reizbarkeit der betreffenden Zellen. Unsre Theorie wäre jedoch nicht ohne weiteres auf sämtliche Merocyten der meroblastischen Wirbeltiereier anwendbar, wenn die Beobachtungen von Rückert und Oppel richtig sein sollten.

Interessant für unsre Auffassung sind jene Fälle, wo sich die in den Dotter eingewanderten Zellen später am Aufbau des Mitteldarmes beteiligen, wie dies bei den Chilopoden (*Geophilus*), bei den Spinnen und zahlreichen Krebsen (*Palaemon*, *Eupagurus* etc. — bei *Astacus* liegen die Verhältnisse etwas anders —) der Fall ist. Hier kriechen nämlich die Dotterzellen, welche entweder von Anfang an im Dotter verbliebene „Furchungszellen" oder sekundär eingewanderte Elemente des Blastoderms repräsentieren, nach einer gewissen Zeit an die Oberfläche des in einzelne Schollen zerfallenen Dotters, vermehren sich durch Teilung und bilden so das Epithel des Mitteldarmes. Wir haben also in diesem Falle wieder eine Veränderung der Reizbarkeit mit fortschreitender Entwicklung vor uns, und zwar wäre die Aenderung bei jenen Zellen eine doppelte, welche zuerst als Furchungszellen an die Peripherie des Eies gewandert, dann selbst oder ihre Tochterzellen in das Innere zurückgekehrt und schließlich zum zweiten Male an die Oberfläche des Dotters herausgekrochen sind, um hier das Mitteldarmepithel zu konstituieren. Es ist wahrscheinlich, dass die Ursache dieses zweiten Wanders ebenfalls in positiver Aerotaxis zu suchen ist, neben

der aber vielleicht auch noch ein gewisser Grad von chemotaktischer Reizbarkeit vorhanden ist, denn es wäre sonst nicht einzusehen, warum die Vitellophagen nicht ganz den Dotter verlassen und sich der äußeren Körperbedeckung anlegen, wo doch die Bedingungen zum Gasaustausch noch günstiger als auf der Oberfläche des Dotters sein müssen. Dass die wandernden Dotterzellen neben der positiven Aerotaxis eine gewisse Empfindlichkeit für Berührungsreize besitzen, und dass diese das Liegenbleiben an der Oberfläche der Dotteranhäufung bedingt, ist natürlich auch nicht ausgeschlossen.

Mag dem nun sein, wie ihm wolle; das Wichtige unsrer bisherigen Untersuchungen scheint mir in dem Nachweis zu bestehen, dass bei vielen Arthropoden bestimmte Richtungsreize möglicherweise die Ursache für die Entstehung der äußeren Körperbedeckung und häufig sogar für die des Mitteldarmepithels abgeben können.

c) Ueber die Ursache der Entstehung der Schwann'schen Scheiden und der Neurilemmata.

Durch die Untersuchungen von zahlreichen Forschern ist in neuerer Zeit — wie man weiß — festgestellt worden, dass die Nerven als Bündel nackter Axenzylinder aus dem Rückenmark hervorwachsen. Erst sekundär legen sich an diese Bündel Mesenchymzellen aus dem umgebenden Gewebe an, dringen zwischen die einzelnen Axenfasern ein und bilden um dieselben die sogenannten Schwann'schen Scheiden. Besonders lehrreich erweist sich in dieser Beziehung die Darstellung, welche Kölliker in seinen histologischen Studien an Batrachierlarven über diese Verhältnisse gegeben hat [30].

Nach der Darstellung dieses Gelehrten bestehen die Nerven im Schwanze der jüngsten Larven — wie schon Hensen richtig erkannt hatte [22] — aus nackten Axenzylindern. Erst später lassen sich auf denselben — und zwar zunächst in der Nähe der Axe — Kerne nachweisen, welche hierauf „auch an den Aesten und schließlich selbst nahe an den letzten Endigungen erscheinen". Schon nach diesen Beobachtungen lässt sich vermuten, dass die betreffenden Kerne Zellen angehören, welche sich aus dem umgebenden Bindegewebe den Nerven angelegt und um die einzelnen Axenzylinder die sogen. Schwann'sche Scheide gebildet haben. Man wird in dieser Vermutung besonders deswegen bestärkt, weil „die kernhaltigen Stellen der blassen Nervenfasern der Batrachierlarven oft so aussehen, als ob sie aus Zellen beständen, die von außen auf die Protoplasmafäden sich angelagert hatten, indem dieselben an der Oberfläche der Nerven vorspringende, unregelmäßig knollige, rundliche oder längliche Massen darstellten" (l. c. S. 4). Die Kölliker'sche Fig. 5 auf Taf. I gibt ein deutliches Beispiel hiervon.

„Vergleicht man diese Bildungen mit den im umliegenden Gewebe befindlichen, so überzeugt man sich, dass dieselben ebenso beschaffen sind wie die hier vorkommenden sehr zahlreichen amöboiden Zellen, und es sind besonders die Fälle beweisend, in denen die Zellen, wie z. B. bei *Bufo*, eine gewisse Anzahl Pigmentkügelchen enthalten, welche dann auch in den den Nerven angelagerten Elementen in gleicher Weise sich finden" (l. c. S. 4). Der Entstehung der Schwann'schen Scheiden der Schwanznerven der Batrachierlarven aus angelagerten Zellen aus der Schwanzgallerte erscheint somit sicher begründet.

An uns tritt nun die Frage heran, welche Ursache dieses Anlegen der Mesenchymzellen bewirkt. Der Leser wird bereits vermuten, dass ich dieselbe in einem Reize suche, den die Nervenfasern auf die umliegenden Bindegewebszellen ausüben. Eine nähere Präzisierung dieser Neurotaxis — wie wir vorläufig sagen können — lässt sich zur Zeit nicht geben, wenn es auch wahrscheinlich ist, dass eine spezifische Substanz die Anlockung bewirkt. Aus der Thatsache, dass das Auftreten der Kerne in zentrifugaler Richtung erfolgt, lässt sich vermuten, dass das anlockende Reizmittel in den jüngsten Nervenenden entweder überhaupt nicht oder nicht in dem richtigen Maße vorhanden ist, wissen wir doch, dass für jede taktische Bewegung eine bestimmte Reizschwelle erreicht sein muss.

Doch nicht nur die Entstehung der Schwann'schen Scheiden ist meiner Meinung nach durch einen Richtungsreiz bedingt, sondern auch die übrigen Hüllen mesenchymatösen Ursprunges, welche die Nervenbündel umfassen. Hierher sind also die als Neurilemmata oder Perineurien bezeichneten Schichten zu zählen, zu denen auch die sogen. Henle'schen Scheiden gehören. Was diese letzte Kategorie anlangt, so teilt Kölliker in der erwähnten Arbeit mit, dass er Pigmentzellen „auch an einzelnen dunkelrandigen Nervenfasern und an ganzen Stämmchen von *Pelobates*-Larven bald mehr vereinzelt, bald in dichter Folge" gesehen hat, „Elemente, die als erste Andeutungen Henle'scher Scheiden anzusehen sind". Es ist wohl sicher, dass diese Zellen ebenfalls von einem von den Nervenstämmchen ausgegangenen Reize angelockt worden sind.

Sollte einmal entwicklungsgeschichtlich nachgewiesen werden, dass sich derartige Perineurien auch als hohles Röhrensystem anlegen können, ohne dass im Innern Nervenbündel vorhanden sind, so wird meine Hypothese zugleich mit dieser Entdeckung fallen.

Im Anschluss an vorstehende Auseinandersetzungen muss ich einer kurzen Bemerkung von His gedenken, welche derselbe in seiner Schrift „zur Geschichte des Rückenmarkes" [26] S. 511 macht. Hier heißt es nämlich, dass die „mit Bindegewebskapseln versehenen Endapparate (Pacini'sche Körper, Endkolben, Tastkörper, Tastkugeln etc.) deshalb ein besonderes Interesse bieten, weil sich daran zeigt, dass

von Seiten der Nerven an der Endstelle eine Art von Reiz auf die Umgebung ausgeübt und dadurch die Anhäufung besonderer Zellenschichten veranlasst wird". Dies ist eine zweite Bemerkung von His, welche als eine Vorläuferin unserer Hypothese zu betrachten ist. Ueber ihre Richtigkeit soll hier nicht in ausführlicherer Weise geurteilt werden, es sei nur erwähnt, dass ich eher glaube, es gehe von den Zellen, welche die Bildung der betreffenden Tastkörper bewerkstelligen, ein Reiz aus, welcher das Wachsen der Nervenendigungen in die Zellengruppen hinein veranlasst. Wie wir später sehen werden, müssen wir das Auswachsen der Nerven an die Endorgane entschieden auf Richtungsreize zurückführen, welche von letzteren auf erstere ausgeübt werden.

d) Ueber die Entstehung der bindegewebigen und muskulösen Hüllen um Gefäße.

Die im vorstehenden Abschnitt öfter zitierte Schrift Kölliker's enthält am Schluss noch einige kurze Mitteilungen über die Entstehung der Muskeln an der Arteria caudalis und ihren hauptsächlichsten Seitenästen bei Kaulquappen. Die Muskularis dieser Gefäße besteht nach den Angaben genannten Forschers bei älteren Larven aus „quergestellten zum Teil spindelförmigen zum Teil mit mehreren Ausläufern versehenen Zellen", welche an Venen und Lymphgefäßen nicht aufzufinden sind. Wichtig ist nun, dass „diese Muskelelemente in loco dadurch entstehen, dass sich lymphoide Zellen der Schwanzgallerte an die Gefäßwand anlagern und an dieser in die Quere auswachsen". Außerdem beobachtete K. aber auch an den Venen an verschiedenen Stellen aufgelagerte Zellen, welche er für „Vorläufer einer bindegewebigen Gefäßhaut" hält und deshalb mit den Namen Adventitialzellen belegt. „Bei gewissen Larven, wie bei den Bufonen, sind diese Adventitialzellen sehr reichlich und pigmentiert und stellen zum Teil eine besondere Pigmenthaut dar"[1]). „Andeutungen solcher Pigmentscheiden sah ich auch in einzelnen Fällen an den Lymphgefäßen von *Rana esculenta*" (l. c. S. 36 u. 37).

Mir scheint aus diesen Thatsachen hervorzugehen, dass die Ursache der Entstehung von Muskel- und Bindegewebsscheiden um die Schwanzgefäße der Batrachierlarven durch einen Reiz bedingt wird, welchen die Endothelröhren oder ihr Inhalt auf umliegende Mesenchymzellen ausüben. Näheres über die Natur dieses Richtungsreizes lässt sich nicht angeben, ja es ist — wie bereits angedeutet — sogar zweifelhaft, ob das Blut oder die Gefäßwandung als Reizmittel fungiert. Bei Richtigkeit der letzteren Vermutung wäre dann wieder zu entscheiden, ob ein Stoffwechselprodukt der Endothelzellen die Ursache für das Anlagern von Mesenchymzellen ist, oder ob letztere eine Kon-

1) Vergl. hierzu die oben S. 755 erwähnten Befunde Loeb's.

taktreizbarkeit für eine spezifische physikalische Beschaffenheit der ersteren besitzen d. h. also ob man es mit Chemotaxis oder mit einer Art von Thigmotaxis zu thun hat.

Die einfache nackte Endothelröhrchen repräsentierenden Kapillaren dürften nach unserer Auffassung selbstverständlich nicht die Fähigkeit zur Anlockung von Mesenchymzellen haben, und dasselbe müsste während der Embryonalentwicklung auch bei den übrigen Gefäßen wenigstens so lange der Fall sein, als dieselben ausschließlich aus Endothelzellen bestehen.

Wenn wir bedenken, dass die Aufgabe der Kapillargefäße in der Vermittelung des Stoffaustausches zwischen Blut und Geweben besteht, und dass sie zur Ausführung dieser Funktion vielleicht nicht nur durch ihre Zartheit, sondern auch durch eine spezifische Beschaffenheit ihrer Wandung befähigt sind, so könnte man annehmen, dass bei dem Uebergang der Arterien in Kapillaren die Endothelhaut ihre anlockende Wirkung deswegen verliert, weil die Beschaffenheit ihrer Zellen, auf welcher ja die Anlockung beruht, dabei eine andere wird. Hiernach könnte man den kürzere oder längere Zeit bestehenbleibenden einfachen Bau der embryonalen Gefäße dadurch erklären, dass die Endothelwandungen derselben nicht nur äußerlich, sondern auch in ihrer physikalisch-chemischen Beschaffenheit zunächst ganz den Kapillaren gleichen und demnach nicht anlockend auf die umliegenden Mesenchymzellen wirken können. Es würde sich also im Verlaufe der Ontogenese die Beschaffenheit der Endothelröhren ändern und erst diese Aenderung würde eine Anlockung der muskel- und adventitiabildenden Elemente ermöglichen.

Eine besondere Ursache muss man höchst wahrscheinlich zur Erklärung der Thatsache annehmen, dass die Elemente der Muskularis in der Quere, die der Adventitia dagegen vorwiegend in der Längsrichtung verlaufen. Welcher Umstand bewirkt es, dass die muskelbildenden Zellen ihre Längsaxe senkrecht, die bindegewebeliefernden dagegen die ihrige parallel zu der des Gefäßes stellen? — Dies ist also die Frage, welche noch der Lösung harrt. Es ist sehr wohl möglich, dass auch hier eine Reizwirkung vorliegt und es könnte so z. B. der Druck des fließenden Blutes richtungsbestimmend auf die Elemente wirken. Späteren Forschungen bleibt die Aufklärung dieser Frage vorbehalten; die genauen Untersuchungen von Embryonen, bei denen nach dem Verfahren Loeb's [38] die Zirkulation durch Chlorkalium sistiert worden ist, könnte hierbei eventuell von großem Vorteil sein.

Wir haben unsre Hypothese auf die thatsächlichen Angaben von Kölliker gestützt, sind jedoch der Meinung, dass sie auch auf die Entstehung der Gefäßhüllen bei den übrigen Wirbeltieren anwendbar ist. Dass sie dagegen auf die Bildungsweise des Herzmuskelschlauches

nicht passt, liegt auf der Hand, denn derselbe entsteht bekanntlich durch Faltenbildung und Dickenwachstum des viszeralen Mittelblattes, ein Vorgang der vielleicht durch einen formativen Reiz von Seiten des resp. der Endothelsäckchen ausgelöst wird.

Die viel diskutierte Entstehungsweise der Endothelröhren ist für unsre Auffassung vollkommen nebensächlich. Bedenkt man aber die Resultate, zu denen P. Mayer, Ziegler und namentlich Wenckebach bei Selachiern und Teleostiern gekommen sind [siehe in 24], so wird man geradezu dazu gedrängt, in diesen Fällen auch für die Entstehung dieses Hauptteiles des Gefäßsystemes die Mitwirkung von richtenden Kräften in Anspruch zu nehmen. Ein näheres Eingehen auf diese interessante Frage würde uns jedoch zur Zeit auf ein zu problematisches Gebiet führen. Nach unsren jetzigen Kenntnissen ist es nicht ausgeschlossen, dass die Endothelröhren möglicherweise in differenten Wirbeltiergruppen auf verschiedene Weise entstehen, und dass infolge dessen in dem einen Falle an ihrem Zustandekommen Richtungsreize beteiligt sein können, welche in anderen kein Wirkungsfeld haben.

e) Ueber die Entstehungsursache einiger anderer bindegewebiger Hüllen.

Es ist bekannt, dass sowohl die Muskelfasern als auch die schwächeren und stärkeren Bündel derselben und schließlich der ganze Muskel selbst von bindegewebigen Scheiden, den sogen. Perimysien eingeschlossen werden. Da dieselben offenbar aus Mesenchymzellen ihren Ursprung nehmen, so scheint es mir wahrscheinlich, dass das Anlagern dieser Bildungselemente durch einen Reiz veranlasst wird, welcher von den Muskelfasern ausgeht.

Ein ausgezeichnetes Beispiel für die Beteiligung von Richtungsreizen an der Bildung bindegewebiger Hüllen um Organe bietet ferner die Entwicklung der Choroidea des Auges, hier kann man an Missbildungen direkt nachweisen, dass die Pigmentschicht des Augenbechers das Auflagern von Bindegewebszellen auf die äußere Wand beeinflusst. Wird nämlich im Verlaufe der Ontogenese die ventrale Augenspalte, durch welche der Glaskörper in die Augenblase hineingewachsen ist, nicht wie gewöhnlich durch Verwachsung der Ränder geschlossen, so fehlt an dieser Stelle die Aderhaut des Auges. Durch unsre Hypothese, nach der die Mesenchymzellen durch einen spezifischen Reiz von Seiten der äußeren Wand des Augenbechers zu einer festen Auflagerung auf ihr veranlasst werden, ist die Entstehung dieser „Coloboma“ genannt Missbildung leicht erklärlich. Auch Hertwig macht in seiner Entwicklungsgeschichte [24] darauf aufmerksam, dass die mangelhafte Ausbildung der Gefäßhaut bei offen gebliebener Augenspalte ein Zeichen ist, „wie sehr die Entwicklung der bindegewebigen Umhüllung von den Bildungsprozessen der beiden Epithelblätter abhängig ist“. Den wahren Grund dieser Abhängigkeit hat er jedoch nicht erkannt.

Um endlich noch ein Beispiel aus der Ontogenese der Wirbellosen anzuführen, so mag hier an die sogen. Perikardialzellen der Arthropoden erinnert werden, welche ebenfalls aus Mesenchymelementen ihren Ursprung nehmen, die vielleicht durch einen vom Rückengefäß ausgehenden Reiz angelockt werden. Die sogen. Chloragogenzellenschicht an den Blutgefäßen von Anneliden wird wahrscheinlich eine gleiche Entstehungsursache haben.

Man könnte die Beispiele noch sehr leicht um das Hundertfache vermehren; mir scheinen aber die unter c, d und e mitgeteilten Fälle zu dem Nachweis zu genügen, dass das mesenchymatische Gewebe ein Hauptwirkungsfeld für gestaltende Richtungsreize ist; und ich halte es nicht für ausgeschlossen, dass der thatsächliche Nachweis derselben in manchen Fällen mittels des Experimentes gelingen wird.

f) Ueber die Entstehungsursache des Polycladendarmes.

In äußerst deutlicher Weise lässt sich die Beteiligung eines Richtungsreizes an der Bildung des Darmes der Polycladen wahrscheinlich machen. Wie allgemein bekannt ist, entsteht das Darmepithel hier aus den oberen und unteren kleinen Entodermzellen, während die in der Mitte des Furchungszellenhaufens gelegenen großen Entodermzellen ihren Kern verlieren, in einzelne Dotterkugel zerfallen und als Nahrungsdotter fungieren. Die Abkömmlinge der 8 kleinen Zellen legen sich der Oberfläche dieser Kugeln an und dringen zwischen dieselben ein, und da die Grenzen sich bald nicht mehr zwischen den einzelnen Zellen nachweisen lassen, so bilden sie zusammen „eine durch vielfache Lücken unterbrochene Schicht von Protoplasma, welche den Nahrungsdotter überzieht und durchsetzt und an einzelnen Stellen kleine Anhäufungen bildet, die mit einander durch Plasmastränge verbunden sind. Im Plasma treten verschieden große lichtbrechende Tropfen auf, die vermutlich von aufgenommenem Nahrungsdotter herrühren“ (Lang S. 338).

Mir scheint, dass wir nach dieser Darstellung nicht fehlgehen, wenn wir das Ausbreiten und Haftenbleiben der Entodermzellen auf der Oberfläche der Dotterkugeln, wodurch natürlich bei fortgesetzter Teilung ein Epithel um die Ballen zu Stande kommen muss, auf einen chemischen Reiz zurückführen, welchen der Dotter auf die Darmbildungszellen ausübt.

Auch die Darstellung, welche Selenka von der Bildung des Polycladendarmes gibt, spricht sehr für unsre Auffassung. „Vereinzelte Entodermzellen — so berichtet er — umfließen hie und da einen durch Zerfall verkleinerten homogenen Dottertropfen und unter beginnender Resorption des letzteren und gleichzeitiger Vermehrung der Entodermzellen bildet sich ein kurzes Rohr oder ein tonnenförmiger Hohlkörper, der mit benachbarten gleicherweise entstandenen Darmhöhlen in Ver-

bindung tritt, um endlich einen längeren Blinddarm zu bilden". Da wohl nichts näher liegen dürfte, als die Ursache dieses Umfließens der Dotterelemente von Seiten der Entodermzellen auf eine chemo- resp. trophotaktische Reizbarkeit der letzteren zurückzuführen, so dürfte hiermit die Beteiligung von einer Art Chemotaxis an der Darmbildung sehr wahrscheinlich geworden sein. Jedenfalls wird man dieses für die Bildung der „primären Darmhöhlen" ohne weiteres zugestehen, wenn man es auch dahingestellt sein lässt, ob auch die Vereinigung dieser einzelnen Darmhöhlen zu einem einheitlichen Ganzen durch Richtungsreize eingeleitet wird, was ich selbst für höchst unwahrscheinlich, ja für ausgeschlossen halte.

g) Ueber die Beteiligung von Richtungsreizen an Entwicklungsprozessen bei den Süßwasserturbellarien.

Da sich die definitiven Organe der Tricladen nach den Untersuchungen von Jijima [28] und Hallez [21] sämtliche aus den sog. Wanderzellen entwickeln, welche anfangs in unregelmäßiger Weise in der gemeinsamen Nährmasse zerstreut sind, so tritt uns hier die Bedeutung der Richtungsreize für das Zustandekommen morphologischer Prozesse in geradezu utrierter Weise entgegen. Ein näheres Eingehen auf die eigenartigen Entwicklungsprozesse scheint mir deshalb hinreichend begründet.

Die erste Wirkung eines Richtungsreizes offenbart sich uns bei dem Anlegen der Dotterzellen, deren amöboide Bewegung bereits v. Siebold gesehen hat, an die in Furchung begriffenen Eier. In Fig. 19 auf Taf. II der Hallez'schen Arbeit ist deutlich zu sehen, wie sich verschiedene Dotterzellen mit Pseudopodien dem Ei anschmiegen. Die Furchungskugeln des letzteren liegen hier bereits in einer gemeinsamen Nährmasse, welche bekanntlich durch Zusammenfließen anhaftender Dotterzellen gebildet wird. So wird also ein Bestandteil der jungen Planarienembryonen erst durch einen chemischen Reiz ermöglicht, welcher von den Eiern auf die in der Coconflüssigkeit suspendierten Zellen ausgeübt wird. Interessant ist, dass dieser Reiz den Zellen des primären Ektoderms nicht mehr zukommt; nach dem Auftreten desselben bleiben nach Jijima keine Dotterzellen mehr an den Embryonen haften. Die Zellen haben also mit ihrer Differenzierung zum primären Ektoderm ihre Anlockungsfähigkeit eingebüßt.

Wir hatten oben S. 756 gesehen, dass die Bildung des Blastoderms bei den Insekten wahrscheinlich durch die aerotaktische Reizbarkeit der Furchungszellen ermöglicht wird, ich glaube nun, dass auch das primäre Ektoderm der Tricladen seine Entstehung dem gleichen Richtungsreiz verdankt. Es muss jedoch betont werden, dass neben der Aerotaxis noch ein anderes Moment im Spiele sein muss, da nämlich bei alleiniger Wirkung einer einseitigen Sauerstoffzufuhr nicht einzu-

sehen ist, warum die Zellen nicht die Oberfläche des Embryo ganz verlassen, sondern sich auf ihr zu einem Epithel flach ausbreiten. Ob wir in diesem neuen Moment ebenfalls eine Reizursache (etwa Thigmotaxis) oder ein physikalisches Phänomen (Kapillarität) zu suchen haben, bleibt vorläufig dahingestellt. Auch an dem Zustandekommen des sekundären Ektoderms ist höchst wahrscheinlich Aerotaxis beteiligt, da dasselbe nach Hallez dadurch entsteht, dass von den Wanderzellen immer neue an die Oberfläche rücken und sich zwischen den übrigen Zellen des Körperepithels einordnen [1]).

Einen Richtungsreiz mache ich ferner für die Bildung des sekundären Darmepithels verantwortlich und zwar bin ich der Meinung, dass die in den primären Darm aufgenommenen Dotterzellen anlockend auf die in der Nähe liegenden Wanderzellen wirken. In Fig. 9 auf Taf. 5 bemerkt man bei Hallez eine der sekundären Darmepithelzellen, wie sie Pseudopodien nach dem Inhalt des primären Darmes ausstreckt. Dass die Zellen hier nicht einfach in die Dottermasse hinein wandern, verhindert zunächst das noch vorhandene primäre Darmepithel, sodann kommt aber höchst wahrscheinlich noch eine zweite Reizursache oder auch Kapillarität hinzu, welche das Aneinanderhaften der Epithelzellen bewirkt und so erst die Formierung eines geschlossenen Darmepithels ermöglicht.

Wir erwähnten bereits oben, dass nach Hallez und Jijima auch alle übrigen Organe aus den zwischen Darm- und Körperepithel verteilten Wanderzellen entstehen. Leider ist in den Arbeiten der betreffenden Forscher an keiner Stelle erwähnt, ob sich die ganze Anlage eines Organes z. B. die des Gehirnes aus einer Zelle durch Teilung entwickelt und zwar derart, dass die Tochterzellen bei einander liegen bleiben und demnach einen dichten Zellenhaufen bilden, oder ob dieselbe dadurch entsteht, dass mehrere oder auch viele in Teilung begriffene Zellen sich nachträglich eng aneinander schließen. Ist das letztere der Fall — wie es in der That zu sein scheint —, so wäre es vielleicht eine nahe liegende Annahme, die Ursache für diesen sekundären Zusammenschluss in einem Richtungsreize zu suchen, der entweder von einigen weniger dicht beieinander liegenden Zellen, welche bereits in der Umdifferenzierung begriffen sind, oder von einem bereits vorhandenen Organ, in dessen Nähe das neue zu liegen kommen soll, ausgehen kann. Die Richtigkeit dieser Vermutung erscheint mir jedoch selbst höchst zweifelhaft, da nämlich die Entstehung der Organe aus vielen Wanderzellen auch noch auf eine andere Weise denkbar ist. Nimmt man nämlich an, dass aus irgend einem Grunde eine be-

1) Meine Ansicht bleibt natürlich auch bestehen, falls durch erneute Untersuchungen erwiesen werden sollte, dass sich die Zellen, welche das definitive Körperepithel liefern, unter dem primären Ektoderm ansammeln, und dass letzteres schließlich als unbrauchbare Hülle abgeworfen wird.

schränkte Gruppe von Zellen, die zunächst noch ziemlich weit von einander entfernt sein können, zu energischer Teilung veranlasst wird, so ist ein Zusammenschließen der anfangs zerstreuten Elemente zu einem einheitlichen Ganzen auch ohne Richtungsreiz möglich. Und schließlich könnte ja auch die Bildung einheitlicher Organe durch die Kombination beider Wirkungsweisen erzielt werden, was zumal bei Organen, die aus mehreren Schichten zusammengesetzt sind, nicht unwahrscheinlich ist. Man sieht, es tauchen hier der Probleme viele auf, über welche zukünftige Forschungen Licht zu verbreiten haben.

Auch bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung durch Teilung entstehen bei Dendrocölen und Rhabdocölen nach Kennel, F. v. Wagner [70] und J. Keller [29] die fehlenden Organe aus den Wanderzellen, welche sich in den erwachsenen Tieren noch vorfinden und als „Bildungszellen" oder „Stammzellen" bezeichnet werden. Dieselben Fragen, welche wir eben bei der Ontogenese der Tricladen aufgeworfen haben, drängen sich also auch hier auf.

Betrachtet man die Abbildungen, welche Wagner von den Vorgängen bei der Bildung der fehlenden Organe gibt, so kann man leicht dazu verführt werden, Richtungsreizen einen Anteil an der Formierung einheitlicher Organanlagen zuzuschieben. Wir wollen uns aber hüten, zur Zeit hierüber einen sicheren Entscheid zu treffen. Bei der Bildung des neuen Pharynx könnte nach den Abbildungen von Keller vielleicht der oben an letzter Stelle genannte Modus Geltung haben. Während nämlich die Zellenanhäufung, aus welcher das Pharynxepithel hervorgeht, vielleicht ohne Zuthun eines Richtungsreizes einfach dadurch zu stande kommt, dass sich die Wanderzellen an der betreffenden Stelle stark vermehren und so schließlich zu enger Berührung kommen, dürfte der Muskelschlauch so entstehen, dass umliegende Zellen durch einen vom Pharynxepithel ausgehenden Reiz zu dichter Anlagerung an dasselbe veranlasst werden, wo sie dann zu Muskelfasern auswachsen. In ähnlicher Weise dürfte auch in der Ontogenese die Ursache für die Anlagerung der muskelbildenden Wanderzellen an das Körperepithel in einem Richtungsreize zu suchen sein. Ebenso wie oben bei den Blutgefäßen wäre natürlich auch hier noch zu erklären, warum die Zellen einmal senkrecht, das andere Mal dagegen parallel oder auch schräg zur Längsaxe des Körpers zu Muskelfasern auswachsen.

Ich glaube, die vorstehenden Auseinandersetzungen zeigen zur Genüge, dass die Embryonalentwicklung der Süßwasserturbellarien und ihre ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Teilung für unsre Hypothese von der größten Bedeutung ist. Ueberhaupt dürften die betreffenden Entwicklungsphänomene zu den wichtigsten der ganzen Tierreihe gehören, da hier alle Organe — wie bereits öfter erwähnt wurde — aus anscheinend gleichartigen Wanderzellen ohne Falten-

bildung ihre Entstehung nehmen. Der scharfe Gegensatz, welcher in dieser Hinsicht zwischen den Dendrocölen des Süß- und des Meer-Wassers besteht — bei letzteren kann man bekanntlich bereits an vorgeschrittenen Furchungsstadien die Elemente des äußeren, mittleren und inneren Keimblattes erkennen —, ist ein deutlicher Fingerzeig, dass ähnlich gebaute Organismen durch ganz verschiedene Entwicklungsursachen zu stande kommen können. Sollte also durch künftige Untersuchungen nachgewiesen werden, dass taktische Erscheinungen in der Entwicklung der Tricladen eine große Rolle spielen, so ist daraus nicht zu schließen, dass sie dies in demselben Maße auch bei den Polycladen thun.

h) Ueber einige Punkte von allgemeiner Wichtigkeit.

1) Nachdem wir wahrscheinlich gemacht haben, dass die Bildung mancher Organe und Organteile durch Richtungsreize, welche auf freibewegliche Gewebezellen wirken, ermöglicht wird, tritt an uns die Frage heran, ob diese Zellen alle als gleichwertig zu betrachten sind oder ob die einen nur auf Reize, welche von Nerven ausgehen, die anderen dagegen nur auf solche, welche nackte Blutgefäße ausüben, reagieren können. Vom Weismann'schen Standpunkte aus müssten wir letzteres von vornherein für richtig halten. Demnach besäßen z. B. bei den Tricladen die einen Wanderzellen ausschließlich Determinanten, welche sie zur Reaktion auf einseitige Sauerstoffzufuhr befähigten, während andere wegen der ihnen zugeteilten Bestimmungselemente nur auf einen chemischen Reiz von Seiten des Dottermaterials reagieren könnten. Man sieht, dass die Weismann'sche Theorie mit unsrer Hypothese zunächst nicht im Widerspruch steht, ja sie bedarf ihrer sogar in solchen Fällen, wo sich einheitliche Gewebe oder Organe aus zerstreuten Elementen aufbauen. Wie sollten denn sonst die unregelmäßig verteilten, aber spezifisch determinierten Zellen an den richtigen Ort gelangen?

Wir könnten also im Anschluss an Weismann annehmen, dass die verschiedenen Gruppen der freibeweglichen Zellen ausschließlich eine ganz bestimmte Reizbarkeit besitzen. Nun ist aber durch die experimentellen Untersuchungen zahlreicher Forscher festgestellt worden, dass von einer qualitativen Sonderung des Kernmaterials bei der Furchung nicht die Rede sein kann, sondern dass „die Furchung ein idioplasmatisch gleichartiges Material liefert". Es liegt also kein Grund vor, z. B. die Zellen des Mesenchyms unter einander als idioplasmatisch ungleichwertig zu bezeichnen, obgleich sie sicherlich von den Elementen des Körper- und Darmepithels — und vielleicht nicht nur äußerlich — verschieden sind.

Wir werden so dazu geführt, das Schicksal der Mesenchymzellen von ihrer Lage abhängig zu machen: Diejenigen, welche in der Nähe

von nackten Axenzylindern liegen, werden zu Zellen der Schwann'schen Scheide, während die in der Nähe von Endothelröhren gelegenen zur Bildung der Muscularis oder Adventitia beitragen. Ebenso würde es sich mit den Wanderzellen der Tricladen verhalten, sie wären als unter einander gleich, wenn auch von den Zellen des primären Ekto- und Entoderms und des larvalen Pharynx als verschieden zu betrachten. Wenn es technisch ausführbar wäre, so müsste es also auch hier gelingen, vor beginnender Differenziation Zellen aus der äußeren Lage der Wanderzellen in die innere zu bringen; in dem einen Falle würden sie zur Bildung des Körperepithels beitragen, während im anderen Darmzellen aus ihnen entstehen würden.

Wir könnten demnach kurz sagen, dass die freibeweglichen Zellen immer auf die Reize reagieren, deren Quelle sie am nächsten liegen. Hierzu muss jedoch bemerkt werden, dass dieser Satz nur bei vollkommener Gleichheit der Zellen absolut bindend ist. Nun ist es aber möglich, dass sich die freibeweglichen Gewebezellen zwar in qualitativer, aber nicht in quantitativer Hinsicht gleich verhalten, d. h. dass zwar sämtliche auf alle Reize, welche in der Ontogenese eine Rolle spielen, reagieren können, dass aber ihre Reizstimmung für die einzelnen Reize verschieden ist, indem bei demselben Reiz die Reizschwelle für die einen höher oder tiefer liegt als für die anderen. Nehmen wir z. B. an, dass sich in einiger Entfernung von einer Anzahl Mesenchymzellen ein Bündel nackter Axenzylinder und in einer etwas größeren ein nacktes Endothelrohr befindet, so brauchen sich nicht alle Zellen dem Nervenbündel anzulegen, sondern es können auch einige von dem Blutgefäß angelockt werden. Es findet also sozusagen ein Kampf zwischen den beiden Reizen statt, und während in dem einen Falle der eine Sieger bleibt, behält im anderen der andere die Oberhand; die Entscheidung liefert dabei die jeweilige Reizstimmung der Zellen. Wir müssen an dieser Stelle daran erinnern, dass wir eine ähnliche Auffassung bereits früher S. 758 vertreten haben, als wir von den Richtungsbewegungen der „Furchungszellen" bei Arthropoden sprachen. Auch dort nahmen wir an, dass sämtliche Elemente zwar auf alle auf sie wirkenden Reize zu reagieren vermögen, dass aber die Reizschwelle für sie verschieden sei. Ueberwog bei den einen der chemische Reiz des Nahrungsdotters, so blieben sie entweder von allem Anfang an im Dotter oder wanderten sekundär in denselben ein; siegte dagegen die Aerotaxis, so krochen diese Zellen an die Oberfläche, um sich an der Bildung des Blastoderms zu beteiligen. Da nun schließlich alle Zellen von der Eizelle abstammen und wir eine qualitative Sonderung der Anlagesubstanz verwerfen, so müssen wir annehmen, dass sich die quantitative Reizstimmung im Laufe der Entwicklung, ja selbst bereits während der Furchung ändern kann. In dem Abschnitt, welcher über die Veränderungen der Reiz-

barkeit durch äußere Agentien handelte, haben wir oben gesehen, wie sehr die Reizstimmung von äußeren Bedingungen abhängig ist. In den Arthropodeneiern, im Mesenchymgewebe und in der Wanderzellenschicht der Süßwasserturbellarien, wo die einzelnen Zellen von einander entfernt liegen, dürften sich nicht alle unter den gleichen Bedingungen befinden. Ja es ist eigenartig, dass dies nicht einmal bei geschlossenen Furchungszellenhaufen der Fall zu sein scheint. Darauf deutet wenigstens — wie ich glaube — eine Beobachtung hin, welche ich in meiner ersten Mitteilung über den Einfluss der veränderten chemischen Zusammensetzung des Meerwassers auf die Entwicklung der Seeigeleier erwähnt habe [23. I]. Bei Zusatz einer gewissen Menge Chlorkalium zeigte sich nämlich in einzelnen Fällen, dass eine größere oder geringere Anzahl von Furchungskugeln abstarb und dass aus den übrigen normale Embryonen von verschiedener Größe hervorgingen. Die Furchungszellen, welche sich im übrigen als idioplasmatisch gleichwertig erwiesen — insofern an den Zwergembryonen keine Organe fehlten —, besaßen also doch dem zugesetzten KCl gegenüber in quantitativer Hinsicht eine verschiedene Empfindlichkeit.

Wir müssen schließlich noch betonen, dass die vorstehende Auffassung von der qualitativ gleichen, aber quantitativ verschiedenen Reizbarkeit der freibeweglichen Gewebezellen, nicht etwa eine Möglichkeit unter vielen ist, sondern dass wir einfach dazu genötigt werden, wenn wir die qualitativ ungleiche Verteilung der Anlagesubstanz verwerfen.

---

2) An zweiter Stelle wollen wir auf zwei Fragen heterogenen Charakters hinweisen, welche noch der Erörterung bedürfen.

Zunächst ist es nämlich klar, dass wir in den Richtungsreizen nur die Ursache für eine örtliche Ansammlung, aber nicht die für die spezifische dem Ort entsprechende Differenzierung zu erblicken haben. Worin diese letztere besteht, soll neben anderen Fragen im 2. Hauptteil dieser Serie untersucht werden, welchen ich in Bälde zu veröffentlichen gedenke.

Sodann treten aber auch noch an uns die bedeutungsvollen Fragen heran, warum die freibeweglichen Gewebezellen überhaupt auf spezifische Reize reagieren, warum ferner bestimmte Körperelemente spezifische Reize ausüben, und warum schließlich die Reizstimmung bisweilen in spezifischer Weise verändert wird. Da uns die Fragen über unser naturwissenschaftliches Gebiet hinausführen, werden sie erst in einer dritten Abhandlung besprochen werden. Wir werden hierbei die Ansichten von Driesch, welche er in seiner Biologie [10] und in seiner neuesten theoretischen Schrift [11] vertritt, zu berücksichtigen haben.

---

3) Am Schlusse unsrer Untersuchungen über die taktischen Erscheinungen in der Ontogenese angelangt, sei noch ganz besonders betont, dass ich mich nicht etwa dem Glauben hingebe, es träfen sämtliche spezielle Erörterungen das Richtige, und es wäre dabei nie über das Ziel hinausgeschossen worden. Von dem einen aber bin ich fest überzeugt, nämlich dass das Gesamtresultat auf sicherem Grunde steht: Ebenso wie freibewegliche Organismen durch äußere Agentien in ihrer Bewegungsrichtung beeinflusst werden, so reagieren auch selbständige Gewebezellen auf bestimmte Richtungsreize und ermöglichen dadurch das Zustandekommen einer ganzen Anzahl ontogenetischer Gestaltungsprozesse.

Endlich mag noch einmal erwähnt werden, dass mir es nicht etwa daran lag, sämtliche mutmaßlichen taktischen Erscheinungen in den verschiedenen Embryonalentwicklungen aufzuzählen — dies wäre eine endlose Reihe geworden —; nur die Leistungsfähigkeit der Hypothese wollte ich an einigen Beispielen darthun. Sollte mir das gelungen sein und sollte ich mich nicht auf ganz falschen Bahnen befinden, so wäre eine Hauptaufgabe der experimentellen Forschungsrichtung die, die Natur der einzelnen Richtungsreize genau zu ermitteln und eventuell auch in ihren Mechanismus tiefer einzudringen. Hierbei muss vor allen Dingen darauf geachtet werden, ob wir es bei der Zusammenlagerung einzelner Zellen mit einer Reizerscheinung oder mit einer Kapillarwirkung zu thun haben, was ja in den meisten Fällen ohne Schwierigkeit zu entscheiden sein dürfte.

(Schluss folgt.)

Die ungeschlechtliche Fortpflanzung der Turbellarien.

(Schluss)

Dugès fand in den Behältern, worin er seine sich ungeschlechtlich vermehrenden *Planaria subtentaculata* hielt, einzelne von nur $1^1/_2$ Linie Länge und glaubte, dass dieselben unlängst aus den Eiern geschlüpfte Junge seien. Nach den soeben angeführten Beobachtungen ist es ebenso gut möglich, dass auch diese auf ungeschlechtlichem Wege entstanden waren, da *P. subtentaculata* sich im wesentlichen so wie *Polycelis cornuta* zu verhalten scheint. Bei den von Dugès untersuchten Planarien ging die Teilungsebene immer hinter der Mundöffnung durch das Tier, was er Draparnauld gegenüber hervorhebt, welcher angegeben hatte, dass dieselbe vor dem Munde das Tier durchschnitte.

Da Sekera (nach einem Referat von Braun) angibt, dass *Pl. subtentaculata* sich gelegentlich ausnahmsweise auch vor der Mundöffnung durchschnürt, so klärt sich dieser Widerspruch leicht auf,

außerdem wäre es auch noch möglich, dass bei sehr lebhafter ungeschlechtlicher Vermehrung sich bei dieser Planarie wie bei *Polycelis cornuta* so viel Stücken vom Hinterende des ursprünglichen Tieres loslösen, dass schließlich die vor dem Munde gelegene Region erreicht wird. Neuerdings wurde *P. subtentaculata* von Zacharias in einem Bache bei Hirschberg in Schlesien gefunden und die Angaben von Dugès bestätigt und ergänzt. Schon während der vor sich gehenden Einschnürung entsteht die Anlage des neuen Kopfes in Gestalt eines kleinen weißen Zäpfchens und nach Verlauf von 24 Stunden sind an demselben bereits die beiden Augenpunkte zu erkennen. Gleichzeitig damit entsteht auch ein neues Schlundrohr aus Zellen des mittleren Keimblattes.

Während an den beiden soeben erwähnten Planariden die Regeneration des neuen Kopfes und Schwanzes in der Hauptsache erst nach der Trennung der beiden Teilstücke sich vollzieht, werden an der von Kennel auf Trinidad entdeckten *Planaria fissipara* diese Körperteile bereits vor der Trennung erzeugt. In der Mitte des hinteren Zooides entsteht ein neuer Pharynx und dicht hinter der Ringfurche die Gehirnanlage. Die Ausbildung des neuen Darmabschnittes im Schwanzteil ist mit eigenartigen Resorptionsvorgängen verbunden. Bei den tricladen Turbellarien zieht bekanntlich von der Stelle aus, wo der Schlund in den Darm mündet, ein Darmschenkel nach vorn bis zum Kopf, zwei nach hinten, einer rechts, der andere links vom Schlund vorbei fast bis zur Hinterleibsspitze. Da nun bei *Planaria fissipara* die Teilungsebene wie bei den zwei bereits beschriebenen Planariden gleichfalls hinter der Mundöffnung das Tier durchschneidet, so wird zu Beginn der Regenerationsvorgänge auch die spätere Vorderhälfte des hinteren Zooides von zwei Darmschenkeln durchzogen. Der unpaare vordere Darmschenkel dieses hinteren Zooides entsteht nun nach Kennel in der Weise, dass das trennende Körperparenchym verdrängt und resorbiert wird, so dass die Lumina der beiden Darmäste zusammenfließen, während natürlich hinter der neuentstandenen Schlundanlage die beiden Darmschenkel getrennt bleiben. Der Zerfall in zwei Einzelindividuen erfolgt erst, wenn die Regenerationsvorgänge beendet sind.

Die Teilung der *P. fissipara*, welche abgesehen von der Anzahl der die Kette bildenden Zooide im wesentlichen derjenigen der Stenostomen gleicht, erscheint als ein höher ausgebildeter Zustand des bei den zwei vorher beschriebenen Planariden noch recht einfachen Vorganges. Die Regenerationsprozesse treten hier, sozusagen, verfrüht auf, indem sie dem wirklichen Trennungsakt, welcher eigentlich erst den Anstoß dazu geben sollte, beträchtlich vorauseilen. Auf der anderen Seite liegen nun auch noch Beobachtungen vor, welche die eigentümliche Vermehrungsweise in ihren allerersten Anfängen erkennen lassen. Kennel verwahrte sich in seiner oben angeführten Abhandlung

allerdings dagegen, die gleich zu beschreibenden Teilungsvorgänge, welche Bergendal bei einer Landplanaride, *Bipalium kewense*, beobachtet hat, mit der ungeschlechtlichen Vermehrung in dieselbe Gruppe der Erscheinungen zu bringen, wies aber bald nachher, im Grunde eigentlich nur noch gegen Unklarheit schaffende Verallgemeinerung protestierend und die Unterschiede betonend, in seiner Festrede „Ueber Teilung und Knospung der Tiere“ (Dorpat 1888) selbst darauf hin, dass sich die ungeschlechtliche Vermehrung aus der Fähigkeit der Regeneration in einfacher Weise hervorgebildet haben könne. Die folgende Zusammenstellung einiger in der jüngsten Zeit gemachten Beobachtungen wird zeigen, dass irgend eine Kluft zwischen den auf äußere Reize eintretenden Zerschnürungen und den einfachen Teilungsvorgängen von *Polycelis cornuta* und *Planaria subtentaculata* in Wirklichkeit nicht besteht, und dass man Keller beipflichten muss, wenn er sagt: „Auch andere Planarien, sowie *Lumbriculus*, Seesterne u. s. w. teilen sich so, ohne krankhafte Zustände als Ursache der Teilung aufzuweisen. Es ist klar, dass die hilflosen Zooide, die hierbei entstehen, gegenüber einer durch Teilung erzeugten jungen *Planaria fissipara* sehr im Nachteil sind, dessen ungeachtet ist auch diese unvollkommene Art der Teilung für eine spontane Fortpflanzung zu halten“.

Die von Bergendal im Orchideenhause des botanischen Gartens zu Berlin gefundenen Bipalien waren ohne irgendwelche einleitende histologischen Vorgänge, nach Bergendal's Vermutung höchst wahrscheinlich ganz von selbst in zwei oder mehrere Stücke zerfallen, welche alle zu neuen ganzen Individuen sich zu regenerieren im Begriff waren oder dies bereits gethan hatten. Auf gröbere Verletzungen, wie z. B. das Abschneiden des vorderen Körperendes reagierten die Tiere dadurch, dass sie sich in zwei oder mehrere Stücke zerschnürten. Daher ist Kennel geneigt anzunehmen, dass auch in der freien Natur bei *Bipalium* Teilungen von selbst nicht eintreten, wenn nicht das Tier durch irgend eine schmerzhafte Verletzung, etwa durch den Biss eines Arthropoden veranlasst wird, seine Ringmuskeln ganz gewaltsam zu kontrahieren. Dies ist freilich vorderhand nicht zu entscheiden, aber wenn es, wie wir gleich sehen werden, möglich ist, gewisse Süßwasserplanarien schon durch reichliche Fütterung zu veranlassen, sich von selbst zu teilen, so wird man wenigstens so viel ohne weiteres zugeben, dass bei manchen Turbellarienarten auch die gesunden Tiere eine große Disposition zur Selbstteilung besitzen, infolge deren auch auf schwächere Reize hin sogleich die den Teilungsprozess einleitenden Vorgänge ausgelöst werden.

Sekera machte bei *Planaria albissima* die Beobachtung, dass sich noch nicht geschlechtsreife Individuen bei Ueberfluss an Nahrung nicht selten teilen. Die Teilungsebene schneidet ziemlich weit vor der Mundöffnung, dicht vor der Stelle, wo der Pharynx in den Darm

übergeht, durch das Tier, und das Schlundrohr geht daher bei der Durchschnürung regelmäßig verloren, indem es sich an seine Basis vom Darm ablöst und vom Schwanzteil ausgeworfen wird. Von den beiden Teilstücken starben die Schwanzteile öfters ab, während die Kopfteile sich stets regenerierten und in dem entstehenden hinteren Körperabschnitt einen neuen Schlund bildeten.

Ganz ähnliche Beobachtungen hatte ich vor kurzem Gelegenheit, an *Planaria alpina* zu machen, doch waren es in diesem Falle nicht Exemplare, welche die Geschlechtsreife noch nicht erlangt hatten, sondern völlig erwachsene Tiere mit ausgebildeten Geschlechtsorganen, von denen die äußere Mündung deutlich zu erkennen war. Auch hier gab reichliche Fütterung die Veranlassung zur Zerschnürung. Die beiden Exemplare, um welche es sich handelt, waren bis zur Teilung durchaus frisch und von normalem Aussehen, so dass von krankhaften Erscheinungen nicht wohl die Rede sein kann. Sie befinden sich nebst etwa zwanzig anderen schon seit dem 9. August 1893, also seit etwas mehr als Jahresfrist in meiner Pflege und hatten mit den übrigen die stattliche Größe von ungefähr 15 mm erreicht. Im Verlauf des Winters wurden von den Planarien auch eine Anzahl Kokons abgelegt, ein Zeichen, dass die ihnen gebotenen Verhältnisse ihren natürlichen Existenzbedingungen gut entsprechen. Am 23. Juli d. Js. nun fand ich ein Exemplar ohne Kopf; dieser war ungefähr $1^1/_2$ mm hinter den Augen abgeschnürt und kroch für sich munter an der Glaswand herum. Er lebte etwas über eine Woche, dann aber ging er zu Grunde. Der Rumpf blieb am Leben und ist gegenwärtig (nach vier Wochen) dabei, einen neuen Kopf zu bilden. Die beiden Teile des anderen Exemplares wurden am 8. August gefunden; hier lag die Teilungsebene etwas weiter hinten, 1 mm vor der Mundöffnung. Die Durchschnürungsfläche war nicht gerade abgeschnitten, sondern unregelmäßig zerrissen und am Schwanzteil besonders hingen noch einige Hautfetzen, die in den nächsten Tagen abgestoßen wurden. Die Wundfläche beider Teile vernarbte schnell und am 15. August war die weiter vorgeschrittene Regeneration in Form eines weißen Zellpolsters zu erkennen. Doch ging der Schwanzteil am 18. August zu Grunde, während der Kopfteil am Leben blieb. Solche durchgeschnürte Tiere in mehr oder minder vorgeschrittener Regeneration habe ich hin und wieder auch im Freien gefunden, auch von Exemplaren, bei denen die Trennungsebene nicht vor, sondern hinter dem Munde hindurchgegangen war. Früher habe ich dergleichen für Teile von Tieren gehalten, welche durch Insektenbiss oder auf andere Weise verstümmelt worden waren, denn gerade die Teilstücke vor der Mundöffnung durchschnittener Tiere schienen mir darauf hinzudeuten, dass keine Selbstzerschnürung vorliege, da in den Fällen normaler ungeschlechtlicher Vermehrung die Teilungsebene hinter dem Munde liegt. Ich kann auch jetzt, nachdem ich die Tei-

lung im Aquarium vor sich gehen gesehen habe, diese Zerschnürung, in Uebereinstimmung mit Kennel, nicht als einen normalen ungeschlechtlichen Vermehrungsakt bezeichnen, das heißt als einen solchen, dem jedes Individuum unterworfen ist, sondern glaube, dass nur eine beschränkte Anzahl die Teilung an sich vornimmt[1]). Aber ich möchte auch einen Vorgang, welcher auf so leichten Reiz ausgelöst wird, nicht unter die krankhaften Erscheinungen rechnen, in dem gleichen Sinne, wie man das Abwerfen des Schwanzes bei den Eidechsen nicht als pathologisch bezeichnen wird, da er auf einer in der Organisation des gesunden Tieres begründeten Einrichtung beruht. Ich hebe ausdrücklich hervor, dass in den von mir beobachteten beiden Fällen außer der reichlich aufgenommenen Nahrung irgendwelcher anderer wahrnehmbarer Anlass für die Zerschnürung nicht vorhanden war, da die Tiere nicht die geringste Störung erfahren hatten, sondern immer noch unter den gleichen Verhältnissen lebten, welche das ganze Jahr hindurch obgewaltet hatten. Die Planarien befanden sich ganz allein in ihrem gut verdeckten Behälter, und auch der stets mit Vorsicht vorgenommene Wechsel des Wassers kann nicht den Anstoß gegeben haben, da derselbe in beiden Fällen eine längere Reihe von Tagen vor der Teilung stattgefunden hatte.

Die Planariden sind beim Fressen außerordentlich gierig und Exemplare, deren Darm ganz gefüllt ist, saugen häufig von neuem, sobald ihnen wieder frisches Futter geboten wird. Wenn man *P. alpina* beim Fressen beobachtet, so kann man gelegentlich bemerken, dass Tiere, welche eine zu reichliche Mahlzeit zu sich genommen haben, den Inhalt des Darmes nicht durch den Schlund wieder entleeren, sondern dass unter dem Einfluss der starken Kontraktionen des Körpers, welche die aufgenommene Nahrung in die Blindsäcke der Darmschenkel zu verteilen suchen, gelegentlich die Haut platzt und ein Teil des Darminhaltes sich in Form einer kleinen Wolke in das umgebende Wasser ergießt. Die Wunde schließt sich und heilt bald wieder zu, mitunter einen hellen, dunkel umrandeten Fleck hinterlassend. Auch an frisch gefangenen Tieren sah ich ein paarmal solche Flecken, die möglicherweise den gleichen Ursprung hatten.

Die Teilungserscheinungen der *P. alpina* in der freien Natur bedürfen noch weiterer eingehender Untersuchung, denn nach kurzen Angaben von Zschokke und Borelli zu schließen, scheint in den Gewässern der Alpen die Zerschnürung viel häufiger stattzufinden als bei den im Siebengebirge und Taunus vorkommenden, deren Lebens-

1) Es empfiehlt sich, Kennel's praktischen Vorschlag anzunehmen, dass man die nur auf bestimmte Reize hin bei einzelnen Individuen vorkommende Zerschnürung als Augmentation bezeichnen solle, um sie von der normal bei allen Individuen einer Species eintretenden Vermehrung durch Teilung oder der Divisio zu unterscheiden.

weise eingehend zu studieren ich in den letzten Jahren Gelegenheit gehabt habe.

Um zum Schluss kurz zusammenzufassen, so haben wir die Erscheinungen, welche wir an *Planaria alpina*, *P. albissima* und *Bipalium kewense* wahrnehmen, als eine Vorstufe zu der regelmäßigen ungeschlechtlichen Fortpflanzung durch Teilung zu betrachten, welche bei *Polycelis cornuta* und *Planaria subtentaculata* auftritt; diese aber bilden wieder die Uebergangsstufe zu den komplizierten, mit vorbereitenden Regenerations- und Resorptionsprozessen verbundenen Verhältnissen der *Planaria fissipara*. Es liegt also hier eine ganz interessante Reihe vor, welche uns die einzelnen Stadien noch vor Augen führt, die nach der allgemeinen Ansicht über die phylogenetische Entstehung dieser ungeschlechtlichen Fortpflanzungsart von den Vorfahren der *Planaria fissipara* durchlaufen worden sind, denn man führt, wie oben näher auseinandergesetzt wurde, jetzt die Teilungsvorgänge direkt auf die Regenerationserscheinungen zurück, welche an verletzten Tieren auftreten. Als Grundbedingung finden wir bei sämtlichen Turbellarien ein außerordentlich großes Reproduktionsvermögen entwickelt, welches im stande ist, selbst die wichtigsten Organe neu zu bilden und Körperstücke, die viel größer sind, als der isolierte Teil, wieder zu ergänzen. Bei *Planaria alpina*, *P. albissima* und *Bipalium kewense* (gelegentlich auch bei *Planaria polychroa* und, neben der normalen ungeschlechtlichen Fortpflanzung fortbestehend, auch bei *P. subtentaculata*) haben wir den ersten Schritt zur ungeschlechtlichen Vermehrung: ohne irgendwelche vorbereitende Vorgänge schnürt sich der Körper durch und die Teilstücke regenerieren sich wie künstlich mit Messer oder Scheere abgeschnittene Stücke. Die Teilungsebene ist bei *P. alpina* und *Bip. kewense* noch nicht auf eine bestimmte Körperregion fixiert, sondern schneidet bald vor, bald hinter der Mundöffnung durch, bei *P. albissima* aber scheint sie schon festgelegt zu sein und stets dicht vor der Stelle aufzutreten, wo der Schlund in den Darm übergeht[1]). Der ganze Vorgang der Teilung ist bei allen dreien noch nicht zu einem regelmäßig wiederkehrenden Fortpflanzungsakt geworden, sondern tritt nur bei bestimmten Veranlassungen ein, aber doch bei *Planaria alpina* und *Bipalium kewense* so häufig, dass eine immerhin merkliche Vermehrung der Individuenzahl dadurch stattfindet. Die nächste Stufe zeigt uns *Polycelis cornuta*. Hier ist die Teilungsebene in eine bestimmte, hinter der Mundöffnung gelegene Zone verlegt und die Teilung zu einer normal bei allen Individuen auftretenden Fortpflanzungsart geworden. Die die äußere Körpergestalt wiederherstellenden Regenerationsvor-

1) Der Wortlaut des böhmisch geschriebenen Aufsatzes von Sekera ist mir leider wegen Unkenntnis der Sprache nicht verständlich und musste ich mich an die Abbildungen und ein Referat Braun's im Archiv für Naturgeschichte halten.

gänge treten hier erst nach der Trennung auf, im Inneren aber ist die Ausbildung des Schlundes bereits vor der Trennung mehr oder minder weit vorgeschritten. *Planaria subtentaculata* führt uns einen kleinen Schritt weiter, indem bei ihr nach Zacharias der neue Kopf an dem sich eben abtrennenden Schwanzteil bereits in seinen ersten Anfängen angelegt ist. Das Schlussglied bildet *Planaria fissipara*, bei welcher alle Organe fertig ausgebildet sind, ehe die Trennung sich vollzieht.

Da die ungeschlechtliche Vermehrung der Turbellarien auf einer Eigenschaft beruht, welche allen Mitgliedern dieser Ordnung zukommt, so vertritt Kennel die wohlbegründete Ansicht, dass die Fähigkeit sich zu teilen, bei den einzelnen Arten selbständig und unabhängig von den anderen sich ausgebildet hat und nicht durch nähere verwandtschaftliche Beziehungen der Vorfahren von einer der sich jetzt durch Teilung fortpflanzenden Arten auf die andere übertragen worden ist. **Voigt** (Bonn).

Einige neuere Arbeiten über die Verdauung bei Infusorien und Plasmodien.

Von **R. v. Lendenfeld** in Czernowitz.

[1] M. Greenwood, On the Constitution and mode of formation of food vacuoles in *Infusoria*, as illustrated by the history of the processes of digestion in *Carchesium polypinum* (Abstract). Proceedings of the Royal Society of London, Bd. 54, p. 466—472.

[2] M. Greenwood, On the Constitution and mode of formation of „Food Vacuoles" in *Infusoria*, as illustrated by the history of the processes of digestion in *Carchesium polypinum*. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Bd. 185, p. 355—383, mit 1 Tafel.

[3] M. Greenwood und E. R. Saunders, On the rôle of acid in protozoan digestion. Journal of Physiology, Bd. 16, pag. 441—467, mit 1 Tafel.

[1] ist eine vorläufige Mitteilung von [2]. In [2] wird das Schicksal der von *Carchesium* aufgenommenen Nahrung und ihr Weg durch den Körper des Infusors beschrieben. [3] behandelt die Frage nach der Reaktion der Flüssigkeit in den Nahrungsvakuolen von *Carchesium* und von einigen Plasmodien.

Zu Beobachtungen über die Verarbeitung der aufgenommenen Nahrung eignet sich *Carchesium* trotz der häufigen und starken Stielkontraktionen wegen seiner Durchsichtigkeit besonders gut.

Die Carchesien wurden im hängenden Tropfen beobachtet und mit Tusche, Karmin, schwefelsaurem Alizarin, feinverteiltem Eiweiß, Milch etc. gefüttert. Die Wimperbewegung strudelt die im umgebenden

Wasser suspendierten Körperchen in den Schlund hinein und am Grunde desselben werden sie gruppenweise — gleichgiltig ob verdaulich oder nicht — in die Körpersubstanz hineingezogen. Dies gilt jedoch nur für kleine Körperchen. Größere Dinge, wie z. B. die großen Milchkügelchen, werden nicht häufig genommen. Bei kräftigen Exemplaren, welche hinreichend mit aufnahmsfähigen Körperchen versorgt werden, beobachtet man, dass alle 40 Sekunden etwa ein am Schlundgrunde angesammeltes Materialhäufchen zugleich mit einer Quantität Wasser aufgenommen wird. Man hat dann dicht unter dem Schlundgrund eine Vakuole, die mit Wasser gefüllt ist, in welchem die aufgenommenen Körperchen zerstreut herumschwimmen. In einem Zeitraum von meist etwa 10 Sekunden wandert diese Nahrungsvakuole nach abwärts bis zum Scheitel des Kernbogens. Hier wird die Bewegung sistiert und die Vakuole bleibt nun etwa 20 Sekunden ruhig liegen. Jetzt tritt ganz plötzlich eine Aenderung in der Anordnung des Materials in der Vakuole ein: die in der Vakuolenflüssigkeit suspendierten Körperchen werden mit einem Male zusammengerafft und zu einem in der Mitte der Vakuole oder excentrisch gelegenen Klumpen vereint. Diese merkwürdige Erscheinung, welche G. stets und sicher beobachten konnte, wird darauf zurückgeführt, dass während der Ruhepause in der Nähe des Kernbogenscheitels vom *Carchesium*-Plasma aus ein Sekret in die Vakuole hinein ergossen wird, welches Sekret dann plötzlich sich verdichtet (koaguliert?) und alle in der Vakuole suspendierten Körperchen mit sich reißt.

Hierauf beginnt die Nahrungsvakuole wieder oralwärts zu wandern und erreicht in 1—2 Minuten die Körpermitte, wo sie vorläufig dauernd zur Ruhe kommt. In der Regel verkleinert sich hier allmählich die Vakuole, indem ihre Flüssigkeit vom umgebenden Plasma mehr oder weniger vollständig resorbiert wird, und der in der Vakuole enthaltene, zu einem dichten Ballen zusammengeschlossene Körnchenhaufen bleibt nun längere Zeit, $^1/_2$—20 Stunden unverändert liegen. Nach Ablauf dieser Ruhepause bildet sich um den Körperchen-Ballen eine neue Vakuole und jetzt beginnt erst die eigentliche Auflösung, Verdauung des löslichen Teiles des Ballens. 15—20 Minuten nach Bildung dieser neuen Verdauungs-Vakuole bemerkt man schon (falls der Ballen aus verdaulichen Stoffen besteht) ein Durchsichtigerwerden und Aufquellen desselben. Nach einer Stunde wird eine bedeutende Verkleinerung verdaulicher Ballen wahrgenommen. Nachdem alles Verdauliche aus dem Ballen ausgelangt ist, bleibt er oft noch eine Zeit liegen und wandert dann langsamer oder schneller gegen jenen nahe dem Eingang gelegenen Punkt des Schlundes hin, an welchen die unverdauten Reste der Ballen schließlich ausgestoßen werden.

Das Ausstoßen dieser Exkremente wird durch mechanische Reizung stark beschleunigt. Wenn die Ballen ganz und gar aus unverdau-

lichen Stoffen (Tusche, Karmin etc.) bestehen, so kommt es meist gar nicht zur Bildung einer Verdauungsvakuole und die Ballen werden sehr bald (30—50 Minuten nach der Aufnahme) wieder ausgestoßen. Die Ausstoßung namentlich solcher Ballen wird durch mechanische Reizung stark beschleunigt.

Die natürliche Nahrung von *Carchesium* sind Bakterien. G. hat zuweilen bis hundert mehr oder weniger verdaute Bakterien-Ballen in einem Exemplar gefunden.

In Betreff der Natur der Flüssigkeit in den Verdauungsvakuolen [3] sind Greenwood und Saunders zu folgenden Schlüssen gekommen:

Die Aufnahme fester Körper veranlasst das Plasma (von *Carchesium* und den Plasmodien gewisser Mycetozoen) zur Secernierung einer saueren Flüssigkeit, welche bei *Carchesium* in Gestalt einer Vakuole den aufgenommenen Körperchenballen umgibt, bei den Plasmodien aber die aufgenommenen Körper nur durchtränkt, ohne größere Flüssigkeitsansammlungen (Verdauungsvakuolen) zu bilden. Die Verdauung beginnt mit dem Auftreten der Säure und endet mit ihrem Schwinden. Die Wirkung auf Congorot beweist, dass diese Säure eine freie Säure ist. Kohlensäure kann sie nach G. und S. nicht sein. Die Verfasserinnen halten es für wahrscheinlich, dass es eine Mineralsäure sei. Sie meinen wohl Salzsäure, wagen aber auf Grund ihrer Beobachtungen nicht dies auszusprechen.

Einige Bemerkungen über die Extremitätenanlagen bei den Isopodenembryonen.

Von **Józef Nusbaum** in Lemberg.

Herr Dr. A. Jaworowski hat[1]) in den Holzschnitten Fig. 1 u. 2 Teile von Abbildungen aus meiner Arbeit „Materialien zur Embryogenie und Histogenie der Isopoden", die in polnischer Sprache in den Denkschriften der Akademie der Wissenschaften in Krakau im Jahre 1893 veröffentlicht wurde (Fig. 36 u. 45 Taf. III), wiedergegeben; er bezeichnete aber die verschiedenen Teile meiner Abbildungen (Holzschnitt Fig. 2 in der Arbeit von Dr. J.) so irreleitend, dass ich es für notwendig halte, die Aufmerksamkeit der Fachgenossen auf diesen Punkt zu lenken.

Die Extremität des Embryos von *Ligia* und *Oniscus* besteht nach meinen Untersuchungen aus einem ungegliederten, äußeren, provisorischen

1) „Die Entwicklung der sog. Lungen bei den Arachniden u. s. w.". Zeitschrift f. wiss. Zoologie, Bd. 58, Heft I, 1894.

setzte, vermindert für uns heute, da wir den Wert seiner Entdeckung begreifen, ihren Wert nicht. Für seine Zeitgenossen aber musste sicherlich der Mangel an positiven Kenntnissen in Physik und Mechanik und die unklare von ihm gewählte Terminologie dem Eindringen seiner Lehre große Hindernisse bereiten. Wenn diese Zeitgenossen statt seiner Behauptungen und ungenauen Berechnungen Beweise durch Versuche oder exakten mathematischen Kalkul verlangten, so waren sie vollkommen im Recht. Diese konnte freilich der in seiner Praxis steckende Arzt in dem kleinen schwäbischen Städtchen, fern von allen Hilfsmitteln und ohne genügende Vorbildung, nicht liefern. Es fehlte ihm auch vollkommen das Verständnis dafür. Er erklärt in seinen Briefen, zu Experimenten habe er keine Zeit, oder berichtet über einen oberflächlichen Versuch mit Erwärmung von Wasser durch Schütteln. Noch naiver ist die Mitteilung, dass er den Mechaniker Stöhrer in Leipzig beauftragt habe, „auf seine Kosten" die Versuche zu machen: dieser habe aber gar nicht geantwortet. Als dann aber durch Joule, Helmholtz u. A. die fehlenden Beweise beigebracht waren, da erinnerten sich die Fachgenossen sehr wohl dessen, der die neue Wahrheit zuerst ausgesprochen hatte, und Ehrenbezeugungen und Anerkennungen wurden ihm in reichstem Maße zu Teil.

Für die Physiologie ist Mayer's Entdeckung von ungeheurer Bedeutung gewesen. Und wie er, von einer allerdings auch nicht ganz einwandsfreien physiologischen Ueberlegung ausgehend, zu seiner die Vorgänge des Weltalls umfassenden Verallgemeinerung kam, so hat er auch schon in seiner ersten etwas ausführlicheren Schrift (der zweiten in der Reihe seiner Veröffentlichungen) die Folgerungen für die physiologischen Vorgänge mit Schärfe und Vollständigkeit gezogen. Durch diese Schrift (Die organische Bewegung in ihrem Zusammenhang mit dem Stoffwechsel. Heilbronn 1845) wurde Lavoisier's Erklärung des Stoffwechsels als eines Oxydationsprozesses für die Physiologie erst fruchtbar[1]). Den Physiologen werden deshalb auch aus dem vorliegenden Buche die Briefwechsel zwischen Mayer und seinen Freunden, welche der Abfassung dieser Schrift unmittelbar vorhergingen, besonders interessieren, weil aus ihnen zu ersehen ist, wie Mayer selbst nach und nach zu größerer Klarheit über seine Entdeckung gelangte und von der fortwährenden Wiederholung des allgemeinen Satzes zur Durcharbeitung der Einzelnheiten gelangte, die seiner Arbeit erst die thatsächlichen Unterlagen und damit den höheren wissenschaftlichen Wert verschafften.

Diese Briefwechsel zwischen Mayer und dem Mathematiker Baur, sowie zwischen Mayer und Griesinger halte ich deshalb auch für eine der wertvollsten Gaben, welche der vorliegende Band bringt. Der letztere ist schon früher von Preyer veröffentlicht worden, erhält

1) Vergl. meinen Vortrag über Lavoisier. Biol. Centralbl., X, 513 ff.

aber erst durch den Baur'schen seine notwendige Ergänzung und damit den vollen Wert. Die anderen mitgeteilten Briefe, namentlich die Familienbriefe ebenso wie die autobiographischen Aufzeichnungen zeigen mehr den Menschen (und zwar einen sehr liebenswürdigen, auch da, wo etwas Eitelkeit mitspielt) als den Grübler und Forscher. Die wissenschaftlichen Aufsätze sind neben den in der „Mechanik der Wärme" gesammelten von untergeordneter Bedeutung. Weder die Doktordissertation noch der Aufsatz über die Wildbader Thermalwässer haben erheblichen wissenschaftlichen Wert, und diejenigen, welche die gleichen Gegenstände behandeln wie seine Hauptschriften, fügen zu diesen auch nichts Neues von Bedeutung. Vielleicht hätte der Herausgeber besser gethan, aus seiner Sammlung dieses und jenes fortzulassen, z. B. den Abschnitt XXII „Mayer als Rezensent", der gar nichts bietet, das des Neudrucks wert erscheint. Aber ihm als glühenden Verehrer erschien wohl alles wichtig, was mit seinem Helden zusammenhing. Trotzdem werden auch nüchterne Besucher des von ihm errichteten „Museums" die in demselben aufgestellten Reliquien mit Pietät betrachten. Und wenn der Herausgeber in der Vorrede meint, dass seine Sammlung auch kulturgeschichtlichen Wert haben könne durch Festhaltung des Lokal- und Zeitkolorits, so stimme ich ihm darin aus voller Ueberzeugung bei.

J. Rosenthal.

H. P. Bowditch, Are composite photographs typical pictures?

Mc Clure's Magazine for September, 1894.

Im Jahre 1878 machte Francis Galton (Nature, May 23) den Vorschlag, durch Vereinigung der Photographien einzelner Individuen typische Portraits ganzer Gruppen zu beschaffen. Seitdem hat Herr B. in mehrfachen Publikationen sich bemüht, dem Verfahren mehr Eingang zu verschaffen, zumal es namentlich für anthropologische Zwecke Nutzen verspricht.

Eine Anzahl von Photographien einzelner Individuen derjenigen Gruppe, von welcher man ein „typisches" Porträt zu erhalten wünscht, werden nacheinander auf einer und derselben Platte photographisch reproduziert. Die Expositionszeit wird so kurz gewählt, dass jede einzelne der primären Photographien auf der nicht sehr empfindlichen sekundären Platte nur ein sehr schwaches, kaum sichtbares Bild geben würde. Indem sich aber die auf gleichgelegene Punkte der sekundären Platte fallenden Wirkungen addieren, entsteht ein Bild, welches alle Züge, welche den Einzelbildern gemeinsam sind, deutlich wiedergibt, während die besonderen Eigentümlichkeiten der Einzelporträts nur schattenhaft bleiben und kaum sichtbar sind. Selbstverständlich muss Sorge getragen werden, dass gewisse Hauptpunkte,

namentlich die Augen der in gleicher Größe aufgenommenen Einzelbilder stets auf dieselben Stellen der Hauptplatte projiziert werden.

Herr B. sucht nun an einigen Beispielen zu zeigen, dass dies Verfahren wirklich geeignet ist, typische Bilder zu liefern. Was an seinen Bildern sofort in die Augen fällt, ist der schon von Galton hervorgehobene Umstand, dass die „zusammengesetzten Porträts“ stets schöner erscheinen als die der einzelnen Individuen, aus denen sie entstanden sind, weil die kleinen Unregelmäßigkeiten, welche die einzelnen Gesichter entstellen, fortfallen.

Es wäre gewiss von Nutzen, wenn das Verfahren öfter angewandt würde, um zunächst festzustellen, was es zu leisten vermag. Herr B. betont mit Recht, dass hier den jetzt so zahlreichen Amateurphotographen ein Feld nützlicher Beschäftigung geboten ist. Die zur Ausführung des Verfahrens notwendigen Einrichtungen lassen sich an jeder Camera leicht anbringen.

Als Beispiel der Anwendung des Verfahrens für anthropologische Zwecke gibt Herr B. Kompositphotographien von Soldaten der sächsischen Armee deutscher und wendischer Abstammung. Je 12 Einzelbilder wurden zu einer typischen Photographie zusammengesetzt; von solchen Typen sind 2 deutsche und 2 wendische nebst den entsprechenden Einzelbildern wiedergegeben. Während die je zwei derselben Nationalität einander sehr ähnlich sind, unterscheiden sie sich von den beiden anderen deutlich durch bestimmte Charaktere, besonders in der Form der Unterkiefer und der Stirn. Daraus folgt, dass 12 passend gewählte Individuen schon genügen, um ein typisches Bild zu geben. Aber es ist klar, dass der wissenschaftliche Wert solcher Typen erst wird beurteilt werden können, wenn zahlreichere Versuche vorliegen werden. **J. Rosenthal.**

Carl A. Ewald, The influence of light on the gas exchange in animal tissues.

Journal of physiology, Suppl.-Nr., 1892.

Die Frage, ob Licht einen unmittelbaren Einfluss auf die Lebensthätigkeit tierischer Gewebe ausübe, ist oft untersucht worden, aber nicht immer mit der notwendigen Vorsicht zur Ausschließung von Versuchsfehlern. Verf. arbeitete an durch Curare unbeweglich gemachten Fröschen. Unter diesen Umständen war kein Einfluss nachweisbar; das beweist, dass die Einwirkung bei pflanzlichen Geweben ausschließlich dem Chlorophyll zuzuschreiben ist. **J. Rosenthal.**

Verlag von Eduard Besold (Arthur Georgi) in Leipzig. — Druck der kgl. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik — Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark. Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIV. Band. 15. November 1894. **Nr. 22.**

Inhalt: **Gley**, Brown-Séquard. — **Herbst**, Ueber die Bedeutung der Reizphysiologie für die kausale Auffassung von Vorgängen in der tierischen Ontogenese. I. (Schluss.) — **Nagel**, Ein Beitrag zur Kenntnis des Lichtsinnes augenloser Tiere. — **Exner**, Entwurf zu einer physiologischen Erklärung der psychischen Erscheinungen.

C. E. Brown-Séquard.

(1817—1894.)

Von **E. Gley.**

So thätig war noch Brown-Séquard, so wenig angegriffen waren sein Geist und sein Gemüt, dass man trotz des vorgerückten Lebensalters, zu dem er gelangt war, seinen Tod zwar nicht als vor der Zeit, aber doch als unerwartet erfolgt bezeichnen darf. Nur seine intimen Freunde wussten es, dass der zwei Monate zuvor erfolgte Tod seiner Frau ein Schlag war, von dem er sich nicht wieder erholen würde. Es gehörte gerade zu den hervorstechendsten Eigentümlichkeiten im Wesen Brown-Séquard's, dass ihm die Eigenschaften frisch erhalten blieben, die im Allgemeinen Eigentum der Jugend sind: der lebhafte Verstand, die leichte Auffassungsgabe, eine reiche Phantasie, eine so starke Wissbegierde, dass er fortwährend mit dem größten Interesse die Entwicklung der Physiologie in allen Ländern verfolgte, eine außergewöhnliche Leistungsfähigkeit.

Er wurde am 8. April 1817 in Port-Louis auf Mauritius geboren. Sein Vater war Amerikaner, hieß Brown und stammte aus Philadelphia, seine Mutter, deren Name Séquard war, war Französin (ihre Mutter war auf Mauritius geboren, als die Insel noch zu Frankreich gehörte). Brown-Séquard kam 1838 nach Paris. Folgende Anekdote erzählte mir sein Schüler und Freund Dr. E. Dupuy: Er hatte ein Empfehlungsschreiben an Charles Nodier, das er ihm zusammen mit einem Roman überbrachte. Nodier las den Roman und riet ihm davon ab, mehr dergleichen zu verfassen. Bekanntlich erging es Claude Bernard ähnlich, als er sich bei seiner Ankunft in Paris

Saint-Marc-Girardin mit einem Empfehlungsbrief und einer fünfaktigen Tragödie vorstellte; die Tragödie des Einen, so scheints, war eben so wenig wert als der Roman des Anderen, und Saint-Marc-Girardin machte es ebenso wie Nodier. Und so wurde Brown-Séquard, wie Claude Bernard, Student der Medizin. Ob die Litteratur durch diesen Wechsel der Bestimmung Beider etwas verloren hat? Die Wissenschaft hat jedenfalls dabei gewonnen.

Brown-Séquard wurde 1846 Doktor der Medizin, nachdem er am Krankenhaus Hilfsarzt unter Trousseau, zur selben Zeit wie Ch. Robin, und unter Rayer gewesen war. 1849 hatte er im Militärlazareth du Gros-Caillou während der ganzen Dauer der Choleraepidemie die Stellung eines Hilfsarztes.

1852 verließ er Frankreich. Als begeisterter Republikaner hatte er mit den Waffen in der Hand die Freiheit gegen den Staatsstreich verteidigt; er befürchtete mit Recht behelligt zu werden und ging nach Amerika. Damit beginnt die lange englisch-amerikanische Periode seines Lebens, in deren Verlauf er so viel Geduld und Energie entwickelte und so viele geistige Fähigkeiten bewies. Er begann damit, sich, um genug Zeit zur Erlernung der englischen Sprache zu haben, auf einem Segelschiff einzuschiffen. Nach seiner Ankunft in New-York gab er französischen Unterricht und hielt bald darauf zu gleicher Zeit Vorlesungen über Physiologie. 1853 finden wir ihn in Richmond (Virginia) als Professor der Physiologie. Als dann im nächsten Jahr auf Mauritius die Cholera wütete, eilte er ohne Zögern seinen Landsleuten zu Hilfe; ein Hospital mit Cholerakranken wurde ihm anvertraut. Ende 1854 kehrte er in die Vereinigten Staaten zurück. 1855 war er in New-York Dozent für Physiologie und zu gleicher Zeit praktischer Arzt.

Im selben Jahre kehrte er nach Paris zurück und arbeitete dort ungefähr zwei Jahre lang in einem kleinen Laboratorium, das er in einem Hause in der rue Saint-Jacques mit Charles Robin auf gemeinschaftliche Kosten eingerichtet hatte; dort bekam er einige Schüler, mit denen er von da ab stets im Verkehr blieb, nämlich M. Rosenthal, später Professor der Neuropathologie an der Universität Wien; Westphal (aus Berlin); Czermak; Laboulbène. Aber 1857 ging er nach England auf die Aufforderung hin, an mehreren Universitäten, in Edinburgh, Glasgow, an der medizinischen Schule in Dublin Vorlesungen zu halten.

1858 gründete er auf seine Kosten in Paris das Journal de physiologie, das von seinen Arbeiten erfüllt ist; dank seiner außerordentlichen Thätigkeit konnte es bis 1864 bestehen. Noch heute ist es eine der wertvollsten Sammlungen von Aufsätzen. Dieser Abschnitt seines Lebens verteilt sich auf Paris und London. 1858 lehrte er am College of surgeons in London und hielt seine berühmten Vorträge

über Physiologie und Pathologie des Centralnervensystems (Philadelphia 1860). Von diesen Vorlesungen her datiert sein großer Ruf als Arzt, als Neuropathologe. Ende 1859 wurde er zum Arzt am Krankenhaus für Paralytiker und Epileptiker in London ernannt und blieb bis 1863 in dieser hervorragenden Stellung.

1863 finden wir ihn dann wieder als Professor für Physiologie und Pathologie des Nervensystems an der Harvard Universität in den Vereinigten Staaten.

1867 kehrte er nach Frankreich zurück. 1868 gründete er mit seinen Freunden Vulpian und Charcot die Archives de physiologie normale et pathologique, deren einziger Leiter er 1889 werden sollte. Im selben Jahre erhielt er den Auftrag, an der Pariser medizinischen Fakultät Vorlesungen über vergleichende und Experimentalpathologie zu halten, den er von 1869 bis 1872 mit großem Erfolg ausführte. Gerade während des Feldzuges von 1870 befand er sich auf Reisen in den Vereinigten Staaten; er hielt dort Vorträge, deren Erlös er für die Verwundeten nach Frankreich schickte.

1872 verzichtete er auf seine Stellung an der medizinischen Fakultät, damit Vulpian auf diesen Lehrstuhl kommen und seine Professur für pathologische Anatomie, die er bis dahin innehatte, an Charcot überlassen könnte, und kehrte wieder nach Amerika zurück, um sich in New-York als Arzt niederzulassen. Er gründete dort die Archives of scientific and practical Medicine. In diesem Blatt erschien sein erster Aufsatz über Hemmung. Drei Jahre später verließ er definitiv die Vereinigten Staaten und nahm seinen Wohnsitz in London.

Nach Paris kehrte er 1875 zurück. 1877 nahm er den Ruf auf den Lehrstuhl für Physiologie an der Universität Genf an. Aber am Anfang des folgenden Jahres bot man ihm den Lehrstuhl für Experimentalmedizin am Collège de France an; Claude Bernard, der ihn bis dahin innehatte, war eben gestorben; er verdiente es, ihn nun einzunehmen. „Man kann wahrlich sagen: er hat das Ansehen dieses Lehrstuhls würdig aufrecht erhalten"; so schrieb das Blatt The Lancet am Tage nach seinem Tode.

Dieser letzte Abschnitt seines Lebens ist natürlich am besten bekannt. Seine wissenschaftliche Thätigkeit war nie größer; er stellte fast ebenso viele Experimente an und entdeckte ebenso viele neue Thatsachen als in irgend einer andern Epoche seines Lebens. Und nun wurden ihm auch vielfach Ehrungen zu Teil: die Académie des sciences erteilte ihm 1881 den Lacaze-Preis und 1885 den großen zweijährigen Preis; und im folgenden Jahre wählte sie ihn in die Abteilung für Medizin an Stelle von Vulpian, der zum beständigen Sekretär ernannt wurde. Schon lange war er Mitglied der Royal Society in London, wo er 1861 die Croon-Vorlesung gehalten hatte,

und Mitglied in einer ganzen Anzahl von Akademien und wissenschaftlichen oder medizinischen Gesellschaften. Aber sicherlich am meisten gab er auf den Titel eines Präsidenten in der Société de Biologie. Er kam an Paul Bert's Stelle in das Amt, zu dem die Wahl alle fünf Jahre stattfand. Und er, der so gern recht thätig war, hegte für diese lebhaft thätige Gesellschaft eine wahre Zärtlichkeit; man kann sagen, er liebte sie wie ein Vater; denn er gehörte zu den wenigen noch lebenden Gründern; er interessierte sich lebhaft für ihre Geschicke, beschäftigte sich überaus eifrig mit ihren Angelegenheiten, nahm mit Wohlwollen und Herzlichkeit die neuen Mitglieder auf und hörte und las mit Aufmerksamkeit Alles, was dort vorging.

Die wissenschaftlichen Arbeiten Brown-Séquard's sind von hervorragender Bedeutung; er hat sich nicht bloß mit Vorliebe mit einer Menge von wichtigen Fragen beschäftigt, sondern es gibt überhaupt wenige Gebiete der Physiologie, in denen er nicht mehr oder weniger gearbeitet hätte, und abgesehen von seinen Hauptentdeckungen hat er noch eine ganze Anzahl minder nennenswerter Thatsachen aufgefunden.

Man muss zwei Hauptarten von Gelehrten unterscheiden: die einen nehmen es sehr genau und besitzen in hohem Grade die Fähigkeit, einen Gegenstand bis aufs Kleinste zu analysieren; sie pflegen mit zäher Geduld ein Phänomen vollständig zu durchforschen und sich streng an die Aufgabe zu halten, sämtliche möglichen Fälle genau zu präzisieren, und sind erst dann zufrieden, wenn sie durch ihre Arbeit eine genaue Kenntnis erlangt haben, soweit sie eben bei einem Phänomen der Natur erlangt werden kann; die andern führt ein Einfall, der sie ganz beschäftigt, zu mehreren neuen Ideen zugleich, und nun wollen sie schleunigst alle mit einem Male durch das Experiment prüfen, während ihr Geist sich schon wieder mit neuen Untersuchungen beschäftigt; so fehlt ihnen dann die Zeit, eine Thatsache genau und scharf nach allen Seiten hin festzustellen; es genügt ihnen schon, ihre Existenz nachgewiesen zu haben; dann eilen sie neuen unbekannten Wahrheiten zu, die sie ahnen. Solche prophetischen Köpfe thun sicherlich der Wissenschaft ebenso gute Dienste wie die andern. Soll man darum nicht wie Goethe denken, der ärgerlich darüber war, sich unaufhörlich mit Schiller verglichen zu sehen und den Wert der Frage nicht begreifen konnte, wer von ihnen beiden der größere sei? Soll man sich nicht gerade darüber freuen, dass sie so verschieden von einander waren? Wirklich, es wäre am besten für den gleichmäßigen Fortschritt der Wissenschaften, wenn die zwei großen Geistesrichtungen bei einem und demselben Manne gleich stark vertreten wären. Aber so glücklich ist die Verteilung nur selten und nur bei den Begabtesten. Sie war es in hervorragender Weise bei Claude Bernard. Häufig behindern übrigens bei den jetzigen sozialen Zuständen gewöhnliche

materielle Fragen die harmonische Entwicklung höchst hervorragender Geister. Und der alte Spruch: ars longa, vita brevis . . . gilt nicht minder für die Physiologie wie für die Medizin. Das Leben ist kurz; und oft muss man sich noch dazu nach den Mitteln zum Leben umthun und das wissenschaftliche Arbeiten ist schwierig und nimmt Zeit in Anspruch. Geistvolle Menschen haben viel eher ein Gefühl dafür, wie schnell die Zeit eilt, und darum lassen sie sich von ihren unaufhörlich neuen Ideen fortreißen; die Stunden, in denen sie sich von den notwendigen Beschäftigungen frei machen können, sie weihen sie von selbst lieber neuen Untersuchungen als der endgiltigen, so mühsamen Feststellung von Wahrheiten, die sie bereits als ihr Eigentum betrachten. Brown-Séquard war einer der größten Entdecker von Thatsachen, die je gelebt haben.

Es ist unmöglich, auf ein paar Seiten die Resultate seiner zahllosen Untersuchungen darzulegen. Aber man kann doch wenigstens eine wenn auch unvollkommene, doch einigermaßen richtige Anschauung von seinem Werke geben, wenn man seine hauptsächlichen Arbeiten bespricht.

Die Physiologie des Nervensystems war Brown-Séquard's Hauptarbeitsgebiet. Schon in seiner medizinischen Doktordissertation (Recherches et expériences sur la physiologie de la moëlle épinière, Paris, 8. Januar 1846) hatte er zwei wichtige Thatsachen gefunden, nämlich erstens, dass das Reflexvermögen des Rückenmarks, das kurz nach der Abtrennung des Marks vom Gehirn fast gleich Null ist, danach immer stärker und stärker wird, und zweitens, dass die Leitung der sensiblen Reize im Rückenmark nicht bloß durch die Hinterstränge erfolgt, sondern auch durch die graue Substanz. In späteren Arbeiten ist er auf diese Frage nach der Bedeutung der grauen Substanz als Leitungsorgan zurückgekommen; er hat sie vollkommen sichergestellt und zu einer klassischen Thatsache erhoben. Alle seine Gedanken über diesen Punkt erhielten dann vor einigen Jahren ihre volle Bestätigung durch die Entdeckung der Syringomyelie als einer selbständigen Krankheitsform.

Die allgemeine Frage nach der Leitung der sensiblen Reize und der motorischen Impulse im Rückenmark hat ihn übrigens viel und häufig beschäftigt, sie zählte zu seinen Lieblingsstudien. Man kann sich heutzutage nur schwer eine Vorstellung von den erregten Diskussionen machen, welche von 1850 bis 1860 und auch noch später durch Brown-Séquard's Vorstellungen über die Kreuzung der sensiblen Leitungsbahnen im Rückenmark von Tieren und Mensch hervorgerufen wurden. Broca musste erst der biologischen Gesellschaft am 21. Juli 1855 im Namen einer Kommission, deren Mitglieder Claude Bernard, Bouley, Broca, Giraldès, Goubaux und Vulpian waren, seinen denkwürdigen Bericht erstatten, um überhaupt die Auf-

merksamkeit auf die Experimente zu lenken, deren Resultate man durchaus nicht gelten lassen wollte. Allerdings, diese Resultate hatten ja die wissenschaftliche Ruhe der Zeitgenossen ganz und gar gestört. Ch. Bell's Lehre von der Funktion der Hinterstränge und der der Vorderseitenstränge, nämlich dass die ersteren bloß sensible Erregungen leiten, die letzteren ausschließlich motorische, diese so einfache und so klare Lehre, vervollständigt durch Longet, nach welcher der grauen Substanz die excitoreflektorische Funktion als eigentümlich zukommen sollte, hatte alle Geister gefangen genommen. Oder wie Broca es treffend ausdrückte: „Herrn Brown-Séquard's schöne Experimente haben für immer das wohl gegründete Gebäude umgestürzt. . . . Die Geister waren derartig von Ch. Bell's Lehre eingenommen, dass die ersten Arbeiten des Herrn Brown-Séquard nur mit einem gewissen Misstrauen aufgenommen wurden und nur vorübergehend die Aufmerksamkeit auf sich lenkten. Aber unser unermüdlicher Kollege verlor den Mut nicht. Er setzte seine Untersuchungen mit größter Ausdauer fort, er variierte seine Experimente bis ins Unendliche, er wusste ihnen eine derartig einleuchtende Form zu geben, dass jeder Einwurf ausgeschlossen war, und als er vor ganz kurzer Zeit nach der Rückkehr von seiner letzten Reise nach Amerika wieder unter uns seinen alten Platz eingenommen hatte, hielt er es für angezeigt, die biologische Gesellschaft zu veranlassen, zu der für die Physiologie des Nervensystems so bedeutsamen Frage Stellung zu nehmen". Und Broca, der sich der Tragweite der von seinem Kollegen entdeckten Thatsachen voll bewusst war, schloss seinen Bericht mit den Worten: „Wohl zu keiner Zeit hat die Physiologie des Nervensystems durch eine so durchgreifende und plötzliche Umwälzung eine derartige Veränderung erfahren". . . . Durch diese, wie sie Broca nannte, schönen Experimente wurde die komplizierte Bahn nachgewiesen, auf der die sensiblen Reize im Rückenmark fortgeleitet werden, die Bedeutung der grauen Substanz als Leitungsbahn und die Erscheinung der Hyperästhesie nach Durchschneidung der Hinterstränge und vieles andere klar gestellt [1]). Aus der Gesamtheit dieser Untersuchungen und aus noch anderen zog er unter Anderem den Schluss, dass halbseitige Durchschneidung des Rückenmarks die Beweglichkeit der einen und die Empfindung auf der anderen Körperhälfte in den Teilen aufhebt, die von dem unter der Durchschneidungsstelle gelegenen Ab-

1) Die allgemeine Erscheinung, dass nach Durchschneidung der Hinterstränge die Partien unterhalb des Schnittes noch die Empfindung vermitteln können, die in der Zeit, als Brown-Séquard darauf aufmerksam machte, so seltsam schien und so lange Zeit Staunen hervorrief, hat nun ja vor kurzem ihre anatomische Begründung durch Ramon y Cajal erfahren, der nachwies, dass die Fasern der hinteren Wurzeln sich in der weißen Substanz des Rückenmarks in einen aufsteigenden und einen absteigenden Ast teilen.

schnitt des Rückenmarkes aus innerviert werden. Man bezeichnet das als einseitige Lähmung von Brown-Séquard. Er machte in der That darauf aufmerksam, dass beim Menschen dieselben Erscheinungen auftreten können; infolge seiner Experimente haben also Aerzte und Chirurgen eine Handhabe, um bestimmte einseitige Rückenmarksverletzungen zu diagnostizieren.

Was die erste, oben angeführte Beobachtung in Brown-Séquard's Doktordissertation anlangt, so wurde auch sie der Ausgangspunkt für viele Untersuchungen, die er zu verschiedenen Zeiten immer wieder aufnahm; alle führten ihn zu der Annahme, dass zur Erhaltung der Reflexthätigkeit eine sehr kleine Partie grauer Substanz genügt.

Diese Arbeiten gehören ebensogut ins Gebiet der allgemeinen Nervenphysiologie als in das der speziellen Physiologie des Rückenmarks. Hierher gehören eine Menge neuer von Brown-Séquard entdeckter Thatsachen. Da ist erstens eine gründliche Arbeit über die Stärke der Reflexe bei den verschiedenen Tierklassen mit Berücksichtigung des Alters und der Größe (1849), dann Untersuchungen über die Beziehung der reflektorischen Bewegungen zu den Reizen (1857), die den Ausgangspunkt für heutzutage so allgemein bekannte Thatsachen bildeten, dass man fast glaubt, sie wären schon von jeher bekannt gewesen; dann noch eine schöne Arbeit über den Einfluss von sauerstoffbeladenem Blute auf die Empfindlichkeit und auf die Reflexerregbarkeit (1858, 1860). An dieser Stelle soll auch an das anschauliche Experiment erinnert sein, das darin besteht, dass bei einem dekapitierten Hund nach Injektion von defibriniertem, mit Sauerstoff gesättigtem Blut in den Kopf dessen Empfindlichkeit und Beweglichkeit auf Reize hin wieder erscheint. Wieder andere Experimente haben es zum ersten Male bewiesen, dass Verletzungen des Rückenmarks, des verlängerten Marks oder des Gehirns in verschiedenen Organen kongestive Hyperämie, Hämorrhagie, Oedem oder Anämie hervorrufen können (1851, 1852, 1870, 1871) und dass irgend welche Reizzustände im Nervensystem die Ursache für Sekretions- oder Ernährungsveränderungen abgeben können (1860); dann Experimente, aus denen hervorgeht, dass Reizung oder Verletzung eines Nerven beim Menschen die verschiedensten Erscheinungen zur Folge haben kann, Lähmung, Anästhesie, Sekretion, Ernährungsstörungen u. s. w., und zwar sowohl auf derselben Seite, an der die Verletzung liegt, als auch auf der gegenüberliegenden (1859, 1869, 1870, 1871); ferner Experimente, durch die nachgewiesen wird, dass Schmerz entsteht durch Reizung der sensiblen Nervenfasern in den Muskeln (1850, 1860) und andere, durch die er festzustellen sucht, in welcher Weise die Atembewegungen unter nervösen Einflüssen zum Stillstand gelangen (1871-72-73) u. s. w.

Aus einer großen Anzahl von diesen neuen Thatsachen ließ sich allmählich ein allgemeines Gesetz ableiten, dessen Erkenntnis wohl zu

den wichtigsten Ergebnissen zählt, zu denen Brown-Séquard durch diesen Teil seiner Arbeiten gelangt ist; man könnte es wohl als das Gesetz von den wechselseitigen Beziehungen zwischen centralen und peripheren Nervenreizen bezeichnen; denn ebenso wie bestimmte Erregungen des Zentralnervensystems in entfernten Partien des Organismus verschiedene Veränderungen bewirken können, so kann auch die Reizung eines peripheren Nerven im Gehirn mannigfache abnorme Zustände herbeiführen.

Wenn man sieht, welch eine Menge von Thatsachen Brown-Séquard für diesen Gedankengang zusammengestellt hat, so kann man es verstehen, wie er gerade zur rechten Zeit auf seine Lieblingsidee kam, nämlich die Fähigkeit der Fernwirkung des Nervensystems, wie er sich ausdrückt; oder mit andern Worten ausgedrückt: die Verletzung einer umschriebenen Stelle im Gehirn oder Rückenmark kann in entfernten Organen verschiedene Veränderungen zur Folge haben. Dabei kann sich eine ganze Reihe von Phänomenen zwischen den nervösen Zentren abspielen, welche dann die Fernwirkungen herbeiführen; der Reiz eines Abschnittes des Nervensystems dehnt sich dabei auf einen anderen mehr oder weniger entfernten Abschnitt des Systems aus und modifiziert dynamisch, wie Brown-Séquard es nennt, die Eigentümlichkeiten und die Thätigkeiten des letzteren; in zweiter Linie kann er sich dann ebenso noch weiter ausbreiten und die Eigentümlichkeiten und die Thätigkeit peripherer Organe modifizieren. Und je nach dem Zustand der so aus ihrem Gleichgewicht gebrachten zentralen Teile steht die Intensität der Wirkung oft in einem Missverhältnis zur Intensität der erregenden Ursache. Was nun die Natur dieser Wirkungen anlangt, so ist sie eine zweifache: entweder tritt eine Verstärkung oder eine Abschwächung in den besonderen Eigenschaften und der Thätigkeit des Teiles ein, auf den der Reiz schließlich eingewirkt hat; z. B. vermindert die quere Durchtrennung des verlängerten Markes die Erregbarkeit eines großen Teiles des Halsmarks; die Durchschneidung des Nervus ischiadicus vergrößert die Erregbarkeit der ganzen einen Seite des Zentralnervensystems und verringert die der andern Seite. Wieviel Experimente der Art hat Brown-Séquard gemacht! Er wurde nicht müde, möglichst viele Erscheinungen von Erregung („dynamogénie“) und Hemmung zusammenzustellen; das sind Ausdrücke, die heute von jedem Physiologen und Mediziner verstanden werden. Sicherlich kannte man auch schon vor ihm manche Hemmungserscheinungen; aber man konnte darin nichts weiter als einen besonderen Modus der Thätigkeit sehen, den nur ganz gewisse zentrifugale Nerven besitzen sollten; aber mit großer Kühnheit und mit bewundernswerter Hartnäckigkeit hat er diesen Punkt verallgemeinert, indem er die Hemmung für eine wesentliche Form der Thätigkeit bei sämtlichen Teilen des Nervensystems erklärte, und

zwar, weil jede beliebige Nerveneinheit durch die Thätigkeit einer andern gehemmt werden kann. Es ist überflüssig, hier die Bedeutung dieser Hemmungstheorie für die Physiologie, Pathologie, gerichtliche Medizin (zur Erklärung einer großen Zahl plötzlicher Todesfälle) und gar für die Psychologie hervorheben zu wollen; die Beziehungen zu allen diesen Gebieten sind nicht minder zahlreich wie wichtig. Der andere, hierzu gehörige Gedanke von der „dynamogenen" Thätigkeit ist noch nicht allen so geläufig; indessen ist die Erfahrung, dass zentrale oder periphere Reize rasch die Leistungen oder die Eigentümlichkeiten verschiedener Teile der nervösen Zentren verstärken können, vielleicht nicht minder bedeutsam; und man muss wohl Rücksicht darauf nehmen, dass Brown-Séquard bis in die letzten Jahre diese Theorie, ebenso wie die über die Hemmung, durch eine imponierende Zahl von Thatsachen zu stützen gesucht hat.

Die Annahme einer erregenden und einer hemmenden Thätigkeit des Nervensystems ist nicht die einzige Theorie, zu der Brown-Séquard durch das Studium der vielen von ihm beobachteten Thatsachen gelangt ist, die sich auf Reizung von Nerven durch Verletzungen beziehen, welche eine Fernwirkung zur Folge hat und den Nerven zu den genannten Thätigkeiten veranlasst; durch ganz dieselben Thatsachen ist er sicherlich auch auf seine vielfach angefochtene Theorie von den Gehirnfunktionen gekommen. Er hatte oft genug beobachtet, dass Erscheinungen von Lähmung oder von Anästhesie die Folge von Verletzungen sind, die die verschiedensten Teile des Gehirns betreffen, ganz gleich auf welcher Seite sie sich befinden, und deshalb hielt er die ganz scharfe Abgrenzung von motorischen und sensiblen Gehirnzentren, deren Existenz Physiologen und namentlich Kliniker seit 1875 nachzuweisen bemüht sind, nicht für das Richtige. Vielmehr zeigte er zuerst durch Thatsachen, und zwar in den Jahren 1861 und 1862, also lange vor Goltz, dass man einen Unterschied zwischen den Erscheinungen machen müsse, die auf einen Reiz hin erfolgen und denen, die direkt mit dem Funktionsverlust der verletzten Partie in Zusammenhang stehen; ferner suchte er dann zu beweisen, dass die mannigfachen Fernwirkungen bei Gehirnverletzungen auf Hemmungsthätigkeit beruhen, und auf Grund dieser Beobachtungen entschied er sich mit größter Bestimmtheit gegen die Lehre von der Lokalisation der Gehirnfunktionen. Bei dem Kampf, der nun gegen die pathologisch-anatomische Schule entbrannte, hatte er nicht so viel Glück wie vorher, als er seine Ideen über die Physiologie des Rückenmarks zur Anerkennung zu bringen suchte. Aber das nicht etwa, weil er für seine Theorie und gegen die der Gegner zu wenig Experimente und zu wenig Beobachtungen angestellt hätte. Sondern erstens hatte auch die gegnerische Lehre durch zahlreiche für sie sprechende Beobachtungen eine Anhängerschaft, aber außerdem hat es auch den Anschein, als ob man

manchmal systematisch vor der Macht der Brown-Séquard'schen Beweisgründe die Augen geschlossen hat. Es war ja so einfach, immer aus dem beobachteten Symptom die Funktion der betreffenden zerstörten Gehirnpartie abzuleiten. Die Verhältnisse liegen indessen thatsächlich wohl nicht so einfach; hat man doch auch schon zugeben müssen, dass die ursprünglich als motorisch angesehenen Teile zugleich sensibel sind.

Doch wir wollen auf den Streitpunkt noch weiter eingehen. Man muss sich nämlich fragen, ob es sich bei dem Streit, der zwischen den Anhängern der Lokalisationsidee und Brown-Séquard ausgebrochen ist, nicht bloß um ein gegenseitiges Missverständnis handelt, um eine Frage doktrinärer Natur. In der That hat es den Anschein, als ob Brown-Séquard sich in seinem Gedankengang über die Funktionen des Gehirns von einem Hauptgedanken, von einem rein theoretischen Prinzip, das er übrigens, soviel ich weiß, niemals ausgesprochen hat, hat leiten lassen. Verschiedene Ueberlegungen führen uns dazu, dass wir uns die anatomischen Elemente, die einen und denselben Ursprung haben, als thatsächlich mit denselben Fähigkeiten behaftet vorstellen; sie dürften dann also wohl geeignet sein, dieselben Funktionen auszuüben. Darum erscheint es uns als selbstverständlich, dass die Ganglien des Sympathicus Reflexe auslösen, ganz wie die nervösen Zentren. Und ebenso sind wir nicht besonders erstaunt darüber, dass die Drüsen der Darmschleimhaut unter gewissen Bedingungen ganz wie Pankreaszellen ein diastatisches und ein peptonisierendes Ferment abscheiden. Es besitzen eben alle Epithelien gleicher Herkunft potentia und ab origine dieselben Eigenschaften. Nun ist es wohl auch etwas zuviel gesagt, wenn man die Rindenzentren als ganz scharf abgegrenzt bezeichnet, wie man es in den Jahren 1875—1880 that. Und wie mit dem Gehirn, so wird es wohl auch mit dem Rückenmark sein. Allmählich hat man erkannt, dass die vasomotorischen und die Schweißsekretions-„Zentren" nicht genau umschriebene Bezirke einnehmen, sondern dass man sie im Allgemeinen in Abständen von einander längs der Axe des Rückenmarks findet, ohne dass sie dabei durch scharfe Grenzen von einander geschieden sind. Indessen muss man doch auch einräumen — und das ist die andere Seite der Frage — dass im Laufe der Entwicklung der Organismen funktionelle Differenzierungen entstanden sind; das ist der Grund, warum die Zellenfunktionen erstens verschieden und zweitens lokalisiert sind. Hier gibt sich das Prinzip der Arbeitsteilung in seiner ganzen Bedeutung zu erkennen. Die Arbeitsteilung ist die Ursache für die physiologische Verschiedenheit zwischen Geweben derselben Herkunft, welche ursprünglich dieselben Eigenschaften haben. Kurz, die völlige Identität der Zelleigenschaften in Elementen derselben Herkunft erfährt eine Einschränkung durch die funktionellen Differenzierungen und durch die Unterordnung der

Funktionen unter einander, welche die Folge davon ist. Es ist darum wohl von Belang, zu wissen, ob in einem gegebenen Gewebe alle Elemente dieselben Eigenschaften und die gleiche Thätigkeit behalten haben, oder inwieweit sie sich physiologisch differenziert haben. Ist diese Frage nun inbetreff des Gehirns vollkommen und definitiv gelöst? Selbst wenn man sie als gelöst ansehen könnte und zwar in einem für die Lokalisationstheorie günstigen Sinne, so müsste noch immer nachgewiesen werden, ob in differenzierten Zellen sich die alten Eigenschaften nie wieder ausbilden können. Schiff hat beobachtet, dass die Drüsenzellen der Darmschleimhaut für die Pankreaszellen nach deren Zerstörung in ihrer diastatischen und peptonisierenden Fähigkeit eintreten können. Kann nun der Ersatz wirklich ein vollkommener sein? Kann die physiologische Rückbildung der Zellelemente zum ursprünglich gemeinsamen Zustand eine völlige sein? Um das schon angeführte Beispiel wieder aufzunehmen: die Zellen der Darmdrüsen können die Zellen des Pankreas in der diesem Organ zukommenden, so bedeutend differenzierten Funktion der Umformung von Zucker nicht ersetzen. Was das Gehirn anlangt, so ist bekanntlich gleich nach den ersten Untersuchungen über Lokalisationen die Frage nach dem gegenseitigen Ersatz der Zentren von vielen Seiten aufgeworfen worden.

Was auch immer aus Brown-Séquard's Lehre werden mag, jedenfalls ist es doch wenigstens bemerkenswert, dass von seinem Werke über das Nervensystem die sicherlich bedeutendsten[1]) zwei Abschnitte, nämlich die Gesamtheit seiner Untersuchungen über die „dynamogenen" und hemmenden Thätigkeiten und die Gesamtheit seiner Untersuchungen über die Funktionen des Gehirns, dieselben Experimente zur Basis haben, sich aus dem Studium derselben Thatsachen entwickelt haben und an dieselben theoretischen Ideen anknüpfen. So erscheint uns sein Werk als ein Ganzes und die Zusammengehörigkeit seiner Teile ist nirgends unklar; allerdings, ein einziger, oberflächlicher Einblick in die wahrhaft erstaunliche Menge von Experimenten, die Brown-Séquard in den vielen Jahren angehäuft und auf vielen Veröffentlichungen verteilt hat, lässt den Grundgedanken in seiner Einheit und Deutlichkeit nicht erkennen. Sicherlich würde er aber klarer hervortreten, wenn der hervorragende Physiologe die Muße gefunden hätte, alle Thatsachen noch einmal zusammenzustellen, sie zu klassifizieren, einzuordnen, und in einem Ueberblick über das Ganze eine genaue Entwicklung und Kritik seiner Theorie zu liefern. Oft genug, und noch im letzten Jahre wollte er an die Arbeit gehen; aber die dazu notwendige Muße hat ihm stets gefehlt.

Unter seinen Arbeiten über die Physiologie des Nervensystems finden sich einige, die speziell die Eigenschaften und Funktionen der Nerven betreffen; darunter sind unbestreitbar am wichtigsten diejenigen,

1) neben seinen Arbeiten über die Physiologie des Rückenmarks.

die von den vasomotorischen Nerven handeln. Heutzutage steht es in der Geschichte der physiologischen Wissenschaft fest: Brown-Séquard teilt sich mit Claude Bernard in den Ruhm, die Vasokonstriktoren entdeckt zu haben; denn wie Claude Bernard zuerst die erhöhte Temperatur und die stärkere Blutzufuhr nach Durchschneidung des Halssympathicus beobachtete (1851—1852), so war es Brown-Séquard, der als erster (Philadelphia medical Examiner, August 1852) das entscheidende Experiment machte, das in der Reizung des Sympathicus bestand und eine Wiederverengerung der nach der Durchschneidung erweiterten Gefäße und eine beträchtliche Abkühlung der Teile, deren Temperatur gestiegen war, zur Folge hatte. Andrerseits verdanken wir ihm das erste Beispiel von einem vasomotorischen Reflex; denn er entdeckte mit Tholozan 1851, dass, wenn man eine Hand in sehr kaltes Wasser taucht, das Thermometer, das man in der andern hält, bald einen Temperaturabfall anzeigt.

Vieles ließe sich noch erwähnen, z. B. die Untersuchungen über die Vasomotoren der Lunge (1871), über die Innervation der Magendrüsen (1847, 1852), über reflektorische Schweißsekretion (1849, 1859), über die reflektorische Sekretion der Digestions- und Brustdrüsen (1852, 1869) u. s. w. Wenigstens genannt werden müssen auch seine grundlegenden Experimente vom Jahre 1853, durch die er bewies, dass die Erregbarkeit sensibler Nerven absolut unabhängig ist von der Leitungsfähigkeit für sensible Reize. Es ist bekannt, dass seitdem über dies Thema in Deutschland viel gearbeitet ist, und dass nun auch der fragliche Unterschied zwischen Leitungsfähigkeit und Erregbarkeit bei motorischen Nerven gemacht ist.

Man könnte sich kein richtiges Bild von Brown-Séquard's Werk über das Nervensystem machen, ließe man den bedeutenden pathologischen Abschnitt desselben unberücksichtigt. Ich hatte schon eingangs Gelegenheit, einige Punkte hervorzuheben. Doch was davon viel wichtiger ist, ist sicher seine schöne Entdeckung der experimentellen Epilepsie und die gründliche Studie, die er diesem Gegenstand gewidmet hat. Die erste Erwähnung dieser Erscheinung datiert vom Jahre 1850, und 1892 veröffentlichte er noch hierüber sehr interessante Thatsachen. Seine Experimente führten ihn natürlich auch zu Untersuchungen über menschliche Epilepsie, deren Kenntnis er in mehreren Punkten bereichert hat.

Seine Arbeiten über Epilepsie durch künstliche Verletzung des Nervensystems führten zu einer höchst bedeutsamen Erkenntnis, nämlich der Möglichkeit der Vererbung erworbener Eigenschaften (1859, 1860, 1870—75). Diese wichtige Erkenntnis, deren Konsequenzen von so großer Bedeutung für die ganze Vererbungstheorie sind, deren Tragweite auch Darwin sofort erkannt hatte, beruht auf einer großartigen Zahl von Experimenten; dagegen kann kein Beweisgrund aufkommen.

Die Physiologie des Rückenmarks also von Grund auf verändert, und die genaue Kenntnis der Reflexe erweitert zu haben, die Hemmungsthätigkeit als eine allgemeine erkannt und die Theorie von der Hemmung neu geschaffen zu haben, uns mit den „dynamogenen" Thätigkeiten bekannt gemacht, die Nervenphysiologie bereichert, zur Pathologie des Nervensystems Neues beigetragen zu haben, das ist Brown-Séquard's ansehnliches Werk. Und doch ist das nur ein Teil seines Werkes.

Unter der Ueberschrift: allgemeine Physiologie kann man noch eine ganze Anzahl seiner Arbeiten zusammenstellen. Seine Untersuchungen über die physiologischen Eigenschaften des hellen und dunklen Bluts (1857—1858) und über den erregenden Einfluss der Kohlensäure sind epochemachend in der Geschichte der Asphyxie gewesen und haben uns ferner vieles Wichtige über die Bedeutung des Blutes und über das Leben der Muskeln, des Nervensystems und überhaupt aller Gewebe gelehrt. Der große Aufsatz, den Brown-Séquard hierüber in seinem Journal im Jahre 1858 veröffentlichte, gehört sicher zu seinen besten und fruchtbarsten Arbeiten. Im selben Jahre erschien obenan in dem „Journal" eine nach dem Ausspruch von Marey (Du mouvement dans les fonctions de la vie, S. 70) höchst bemerkenswerte Abhandlung über gewisse allgemeine Lebenserscheinungen, in der zwölf Gesetze aufgestellt sind über die Bedingungen, unter denen die Nerven- und Muskelthätigkeit zu stande kommt, zunimmt oder sich erschöpft. Wenn man die beiden eben genannten Aufsätze heute liest, so ist man verwundert darüber, dass man daraus weniger lernt, als man erwarten durfte, und dass alle darin enthaltenen Gedanken, jetzt ganz bekannt und fast banal, es damals noch nicht waren und aus Experimenten des Autors selbst erst abgeleitet wurden. So haben diese neuen Ideen allmählich die Physiologie ganz durchdrungen. Später entdeckte dann Brown-Séquard noch die anästhesierende Wirkung der Kohlensäure, auf die er eine große Menge merkwürdiger Thatsachen zurückführt.

Ebenso wichtig sind seine Untersuchungen über die rythmischen Bewegungen der Muskeln nach dem Tode (1849, 1853) und über die Existenz rythmischer Kontraktionen in den Ausführungsgängen der Drüsen, im Kropf und der Speiseröhre der Vögel (1853—1858). Alle die Thatsachen sind seitdem bestätigt und ihre Bedeutung erkannt worden. Hierher gehören auch seine Arbeiten über die Totenstarre, deren Resultate lange Zeit, wenigstens von gewissen Physiologen, bestritten worden sind, jetzt aber, wie es den Anschein hat, endlich Anerkennung finden; 1851 sprach er es zum ersten Male aus, dass die starren Muskeln ihre Erregbarkeit wieder erlangen können, und bis in die letzten Jahre hinein hat er sich mit dieser Frage beschäftigt. Hier bei Erwähnung dieser Thatsachen sei auch an die merkwürdige und

interessante Entdeckung der direkten Einwirkung des Lichtes auf die Iris und an die Folgen und die Bedingungen dieser Einwirkung erinnert (1847, 1849, 1856, 1859).

Noch in seinem letzten Lebensabschnitt kam Brown-Séquard auf eine großartige und folgenreiche physiologische Idee. Der erste Keim zu dieser Vorstellung von Drüsen mit innerer Sekretion, die von vornherein viel Beifall fand, liegt wohl in seiner bemerkenswerten Arbeit von 1856 über die Funktionen der Nebennieren; als er die Beobachtung machte, dass die Exstirpation dieser Organe immer den Tod zur Folge hat, legte er sich gleich die Frage vor: was für Substanzen sind es, die das Blut diesen Drüsen zuführt, die dann dort modifiziert werden, und welches sind die Produkte der Modifikation, die das Blut aus den Nebennieren abführt? Es muss also Drüsen geben, die ins Blut für das Leben wichtige Stoffe ergießen; diesen allgemeinen Gedanken entwickelte er 1869 in seinen Vorlesungen an der Pariser medizinischen Fakultät und befasste sich, wie jedermann weiß, 20 Jahre später, im Jahre 1889, mit ihm wieder, und zwar mit größter Energie und mit dem festesten Vertrauen in seine Arbeit, bei Gelegenheit seiner Untersuchungen über die physiologische Wirksamkeit des Hodensekretes. Ich mag nicht daran erinnern, wie man ihn von allen Seiten deshalb angegriffen, und wie man sich über ihn lustig gemacht hat. Neidische Bosheit und frivole Verleumdung haben selbst seine Uneigennützigkeit in Zweifel gezogen; und seine Freunde, die übrigens eine Menge von Beweisen für seine vollkommene Uneigennützigkeit haben, konnten sie doch gerade in diesem Falle ebenso beobachten; sie wissen es genau, dass diese Untersuchungen für ihn stets nur die Gelegenheit zu materiellen Opfern abgaben. Ueber all dem Lärm scheint man zweierlei vergessen zu haben: erstens dass bei Tieren, denen die Hoden exstirpiert sind, das Nervensystem sich notorisch schlecht entwickelt und dass es darum nicht unvernünftig sein kann, wie Brown-Séquard that, anzunehmen, dass die Hoden außer dem Samen eine Substanz absondern, welche die Arbeitsfähigkeit des Nervensystems erhöht; und zweitens, dass es vom Standpunkt der allgemeinen Physiologie aus wohl denkbar ist, dass eine Drüse solch eine Substanz abscheidet; denn gewisse pflanzliche Zellen bilden Verbindungen, deren Wirkungen auf das Nervensystem ganz außerordentlich heftig sind. Das untrügliche Experiment hatte übrigens allein hier mitzusprechen. Und das wusste Brown-Séquard sehr gut, und deshalb verfolgte er trotz Allem seinen Weg, seiner Gewohnheit gemäß, indem er immer mehr Thatsachen anhäufte. Was den Wert des Gedankens von der inneren Sekretion selbst anlangt, so braucht man über ihn heute nicht mehr zu diskutieren, wo wir die neuen Entdeckungen über die Beziehungen des Pankreas zum Diabetes, über die Funktion der Nebennieren und der Schilddrüse u. s. w. kennen; und andrerseits hat der Urheber dieses

Gedankens ohne Zweifel eine neue Methode der Therapie erfunden: die Behandlung des Myxödems mit dem Saft der Schilddrüse genügt schon allein, um ihre Trefflichkeit zu beweisen.

Das also sind die Ergebnisse aus Brown-Séquard's hauptsächlichsten Arbeiten. Aber damit ist sein ganzes physiologisches Werk noch nicht erschöpft; das war bisher bloß der geschriebene Teil desselben. Bei ihm war der Mensch untrennbar vom Gelehrten, oder vielmehr der Gelehrte war fast der ganze Mensch[1]). Der Zweck seines ganzen Lebens war, der Physiologie zu dienen; und ihr dienen, dachte er, heißt nützlich sein allen denen, die ihr aufrichtig dienen; und edelmütig, wie er von Charakter war, fehlte er nie gegen diese Regel, die er sich gemacht zu haben schien. Mit seltener Liebenswürdigkeit nahm er Jeden bei sich auf. Er fand Gefallen daran, auf alle Weise die zu unterstützen, die ihm dieser Hilfe wert schienen, und in seiner zarten Güte empfand er es wohl, dass er oft einer Bitte zuvorkommen müsse. Es ist bekannt, dass er viel Gutes that; aber es ist nicht Alles Gute bekannt, das er gethan hat.

Seine Charaktereigenschaften sicherlich, und vielleicht auch ebenso sein großer Ruf und seine hervorragende Tüchtigkeit machen auch seine Rolle als Leiter der Archives de physiologie und Präsident der biologischen Gesellschaft verständlich. Er war, in der vollsten Bedeutung des Wortes, die Seele jener Zeitschrift, seitdem er sie vom 1. Januar 1889 ab allein redigierte, wie er ja auch von 1858 bis 1864 die Seele des Journal de physiologie gewesen war; er schrieb überall hin und bat um Aufsätze, wies auf Arbeiten hin und spornte stets seine Mitarbeiter an; er achtete besonders auf jedes Anzeichen von Talent bei den jungen Experimentatoren; er stellte ihnen aufs Bereitwilligste die Archives zur Verfügung und ließ nicht nach, ihnen Ermutigungen zuzusprechen. Es arbeiteten infolge dessen viele bei ihm. Ebenso machte er es auch in der biologischen Gesellschaft: bei jeder neuen Entdeckung, bei jedem geistreichen Experiment, bei jeder gründlichen Arbeit gab er aufrichtig seinen Beifall kund; er freute sich darüber, wer auch der Autor sein mochte. Denn seine Aufrichtigkeit

1) So wird es verständlich, warum er stets so ganz seine Gesundheit, seine Lebensverhältnisse und sogar sein Leben selbst verachtete, wenn es sich um seine wissenschaftlichen Untersuchungen handelte. Z. B. machte er sich dadurch sehr krank, dass er zu Untersuchungen über Verdauung Stückchen Schwamm, die an einen Faden angebunden waren, verschluckte und dann, wenn sie mit Magensaft getränkt waren, sie wieder aus dem Magen herauszog. Einmal scheute er sich sogar nicht (bei einem Experiment 1851), zu seinen Studien über die Eigenschaften des hellen und dunklen Bluts in den Arm eines Hingerichteten dreizehn Stunden nach der Enthauptung ungefähr ein halbes Pfund von seinem eigenen Blut, das er durch Aderlass erhielt, einfließen zu lassen. Ich könnte noch mehr solcher Beispiele anführen.

war ebenso groß wie seine Uneigennützigkeit; und die Wissenschaft liebte er um ihrer selbst willen.

Wir können auch unbedenklich auf ihn anwenden, was Renan von Claude Bernard gesagt hat: „Den großen Männern aller Zeiten können wir ruhig die wissenschaftlichen Charaktere anreihen, die einzig und allein auf die Erforschung der Wahrheit hinarbeiten, die dem Geschicke gleichgiltig gegenüberstehen, oft noch stolz sind auf ihre Armut, und über Ehren, die man ihnen bietet, lächeln, die auch gegen Lob wie gegen Schmähung gleichgiltig und sich des Wertes dessen bewusst sind, was sie thun, und dabei glücklich sind, denn sie haben die Wahrheit. Hohe Freude gewährt sicherlich ein fester Glaube an die Gottheit; doch die innere Zufriedenheit des Gelehrten kommt ihr gleich; denn er fühlt es, dass er an einem Werke für die Ewigkeit arbeitet, dass er mit in der Phalanx derer steht, von denen man sagen kann: „Opera eorum sequuntur illos".

Im Auslande verehrte man in ihm einen der größten Meister der Physiologie. Die englischen und amerikanischen Blätter beklagten bei seinem Tode den unersetzbaren Verlust. In Italien schrieb vor Kurzem Professor A. Mosso (Illustrazione italiana, Nr. 19, 1894): „Die große Sympathie, die alle Länder für Brown-Séquard hegten, gab sich auf dem internationalen Kongress in Rom kund, als Professor Bouchard unter Thränen der physiologischen Sektion das Telegramm vorlas, das den Tod des großen Gelehrten meldete. Die Versammlung erhob sich voller ehrfurchtsvollem Schmerz und beschloss auf die Aufforderung des Präsidenten hin, an die Académie des sciences in Paris ein Beileidstelegramm zu senden.... Die Feierlichkeit dieser von den in Rom vereinten Physiologen ganz von selbst dargebrachten Ehrenbezeugung und der Ausdruck der Trauer durch so viele Aerzte[1])... wirken um so ergreifender, als am selben Tage in Paris in ganz einfacher Weise Brown-Séquard zu Grabe getragen wurde".

Ueber die Bedeutung der Reizphysiologie für die kausale Auffassung von Vorgängen in der tierischen Ontogenese. I.

Von **Curt Herbst.**

(Schluss.)

C. Ueber einige vermutliche Tropismen in der Ontogenese.

a) In seinem Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte [24] erwähnt O. Hertwig, dass Hensen im Gegensatz zu der Mehrzahl der anderen Forscher die Ansicht vertritt, „dass die Nerven niemals ihrem Ende zuwachsen, sondern stets mit demselben verbunden sind". Hensen wurde zu dieser Anschauung einmal durch Beobachtungen

1) Eine ganz ähnliche Demonstration fand nämlich in der Sektion für innere Medizin statt.

geführt, nach denen die Nerven aus Protoplasmafäden zu entstehen schienen, welche bei der Entfernung der ursprünglich einander genäherten Gewebe ausgezogen werden; sodann waren es aber besonders physiologische Bedenken, welche ihm ein Auswachsen der Nervenfasern von den Ganglienzellen der Zentralorgane aus für unwahrlich erscheinen ließen. Er konnte sich nämlich nicht vorstellen, wie die verschiedenen Nerven die richtigen Endorgane erreichen können, wie es z. B. möglich sei, „dass stets die vordere Wurzel an Muskeln, die hintere an nicht muskulöse Organe gehe, dass keine Verwechselung eintrete zwischen den Nerven der Iris und denen der Augenmuskeln, zwischen den Aesten des Quintus und Acusticus oder Facialis u. s. w.“ [1]).

O. Hertwig [24] hält die Beseitigung dieser Bedenken für so schwierig, dass er noch in der neuesten Auflage seiner Entwicklungsgeschichte von der Richtigkeit der neueren Untersuchungen nicht recht überzeugt ist und eher der früheren Ansicht von Dohrn, Wijhe und Beard zuneigt, nach denen die Nervenfasern aus reihenweise aneinander gelagerten Zellen, von denen jede ein Stück Axenzylinder, ein Stück Markscheide und einen Teil der Schwann'schen Scheide liefert, ihre Entstehung nehmen sollten [vergl. 24 S. 413].

Trotz alledem steht nun aber die Thatsache fest, dass bei den Wirbeltieren die Nervenfasern weiter nichts als lang ausgewachsene Axenzylinder von Ganglienzellen sind, und dass demnach die Nervenstränge als Bündel solcher nackter Axenfasern, zwischen welche sich erst später Mesenchymzellen zur Bildung der Schwann'schen Scheiden eindrängen, mit freiem Ende aus den Zentralorganen hervorwachsen, um sekundär mit ihren Endorganen in Zusammenhang zu treten. Es tritt also nunmehr an uns die Frage heran, auf welche Weise sich die oben erwähnten Bedenken Hensen's beseitigen lassen.

Nur zwei Wege scheinen mir hier zum Ziele führen zu können. Erstens nämlich wäre es denkbar, dass die Zwischenräume zwischen den bereits bestehenden Organen derartig angeordnet sind, dass die Nervenfasern ohne weiteres, wenn sie den Bahnen geringsten Widerstandes folgen, zu den richtigen Endorganen geleitet werden müssen. Obgleich nun sicherlich die Verteilung der Organe von Einfluss auf die Wachstumsrichtung der Nerven sein muss, so steht auf der anderen Seite aber auch fest, dass die Bahnen geringsten Widerstandes unmöglich allein für die Verteilung der Nervenfasern maßgebend sein können. Dies ist ohne weiteres klar, wenn man das Lückensystem irgend eines Embryo auf Querschnitten betrachtet und wenn man das Typische und Gesetzmäßige der Nervenverteilung in Erwägung zieht.

1) Ich zitiere hier nach Hertwig, da mir die Arbeit Hensen's nicht bekannt ist, in welcher sich diese Sätze wörtlich vorfinden. Implicite sind sie dagegen bereits in der alten Arbeit von 1868 „Ueber die Nerven im Schwanze der Froschlarven“ enthalten.

So bleibt meiner Ansicht nach keine andere Erklärung übrig, als das Auswachsen der Nervenfasern nach den richtigen Endorganen auf einen Richtungsreiz zurückzuführen, welcher von letzteren auf erstere ausgeübt wird.

Ein experimenteller Beweis für die Richtigkeit dieser Hypothese lässt sich zur Zeit nicht geben, doch kann man sie — von den vorstehenden Erörterungen abgesehen — noch auf eine andere Art und Weise wahrscheinlich machen. Ich meine hiermit den Beweis der Zweckmäßigkeit, welcher sich also fassen lässt: Es ist Thatsache, dass die Zweckmäßigkeit ein Hauptcharakteristikum der organischen Formen und ihrer individuellen Entwicklungsgeschichte ist[1]). Da nun offenbar das Zustandekommen der richtigen Nervenverbindungen durch spezifische Richtungsreize, welche von den Endapparaten ausgehen, und für welche die einzelnen Nerven abgestimmt sind, weit gesicherter ist als auf irgend eine andere Weise, so ist es wahrscheinlich, dass wir mit unsrer Hypothese das richtige getroffen haben. Es ist klar, dass auch dieses nur ein Wahrscheinlichkeitsbeweis ist, da die Einrichtungen in der organischen Welt uns zwar in der Regel, aber nicht immer zweckmäßig erscheinen.

In seinen Vorlesungen über Pflanzenphysiologie sagt einmal Sachs [60] mit Recht, dass die äußere Gestalt einer Pflanze aus der verschiedenen Reizbarkeit ihrer Organe entspringt; durch unsre vorstehenden Erörterungen sind wir nunmehr dazu gelangt, in ähnlicher Weise auch die Verzweigung der Nerven eines Tieres durch die verschiedene Reizbarkeit der Nervenfasern zu erklären. Der Grund für das Auswachsen der vorderen Wurzeln an Muskeln und der hinteren an nicht muskulöse Organe würde demnach in einer verschiedenen Reizbarkeit der betreffenden Nervenfasern zu suchen sein. Begeben sich bestimmte Nervenzweige zu den Muskeln des Augapfels, während andere die Iris innervieren, so erklärt sich dies meiner Meinung nach daraus, dass die Nervenfasern im ersteren Falle für einen Reiz, welcher von den betreffenden Muskeln ausgeht, abgestimmt sind, während sie im zweiten Falle in ihrer Wachstumsrichtung von einem von der Iris ausgehenden Reiz beeinflusst werden. Lässt sich zur Zeit auch nichts bestimmtes über die Natur dieser Reize aussagen, so dürften durch unsre Hypothese die Bedenken Hensen's doch wenigstens im Prinzip beseitigt sein.

Auch die Hertwig'schen Fragen, warum die Nerven nicht immer direkt zu ihrem Ziele gelangen, sondern oft viele Umwege machen und komplizierte und verschiedenartige Plexusbildungen eingehen, sind mittels unsrer Hypothese sehr wohl verständlich. Es ist nicht ausgeschlossen, dass wir es in solchen Fällen bisweilen mit einer Veränderung der Reizbarkeit der Nervenfasern mit zunehmender Ent-

1) Vergl. hierzu Driesch [10 S. 52 u. 11].

fernung von den Ganglienzellen zu thun haben[1]); doch dürften auch derartige Vorkommnisse, an welche Hertwig gedacht zu haben scheint, durch nachträgliche Verschiebung bereits gebildeter Organe im weiteren Verlauf der Ontogenese zu stande kommen.

Wir haben bis jetzt nur von der Abhängigkeit der Verzweigung der peripheren Nerven von Richtungsreizen gesprochen, ich glaube jedoch, dass auch bei der Wachstumsrichtung der Nervenstränge innerhalb der Zentralorgane derartige Reize eine Rolle spielen. Es ist zwar bekannt, dass die Bahnen dieser Faserzüge sicher von der Anordnung der Zwischenräume in der Neuroglia mit abhängig sind [His 26 S. 50], aber es scheint mir höchst zweifelhaft, ob diese Vorrichtung zur Herstellung der richtigen Verbindungen allein genügt. Deshalb dürften vielleicht auch hier Richtungsreize unterstützend eingreifen.

Wenn somit sowohl die Verteilung der peripheren Nerven und ihrer feinsten Endigungen als auch zum Teil der Faserverlauf in den Zentralorganen von bestimmten Richtungsreizen abhängig wäre, auf welche die verschiedenen Nervenausläufer abgestimmt zu denken sind, so ist klar, dass bei der großen Zahl von Endigungen auch sehr viele differente Reizursachen vorhanden sein müssen, da ja sonst nicht einzusehen wäre, weshalb nicht mehrere Nerven an einem Punkte enden. Diese Differenz der Reizursachen oder der Anlockungsmittel — wie wir auch sagen können — braucht nun aber nicht immer eine qualitative zu sein, sondern kann in manchen Fällen auch nur in der Reizstärke bestehen. So wäre es z. B. möglich, dass sämtlichen Muskeln zwar dasselbe Reizmittel zukommt, dass dieses aber in den einzelnen Muskeln oder gar in den einzelnen Fasern derselben eine verschiedene Stärke besitzt, so dass nur solche Nerven angelockt werden können, deren Reizschwelle mit der betreffenden Stärke übereinstimmt. Die Zahl der Reizursachen kann auch noch dadurch verringert werden, dass die einzelnen Nervenfasern auf dieselbe Ursache in differenter Weise reagieren d. h. sich positiv, negativ oder gar diatropisch erweisen können.

Als ein Beispiel hierfür könnte man z. B. die beiden Fortsätze der Nervenzellen in den Spinalganglien anführen, da das zentrifugale Wachstum des einen und das zentripetale des anderen sehr wohl von

1) Wir haben im ersten Teil eine ganze Anzahl von Fällen aufgeführt, in denen es sich um die Veränderung der Reizstimmung mit fortgeschrittenem Alter etc. handelt. Es sei hierzu bemerkt, dass überhaupt dem Leser das typische Auswachsen der Nerven umsoweniger rätselhaft erscheinen wird, je mehr es sich mit den Richtungsbewegungen wachsender Organe beschäftigt hat. Dies ist auch der Grund gewesen, weshalb ich den ersten Teil so ausführlich behandelt habe. Eine genaue Lektüre desselben dürfte den zweiten weit verständlicher machen und manche hypothetische Aeußerung in ihm für berechtigter als sonst erscheinen lassen.

derselben Reizursache ausgelöst werden könnte. Der zentripetale Fortsatz teilt sich bekanntlich im Rückenmark in zwei sekundäre Aeste, von denen der eine nach vorn, der andere nach hinten verläuft. Auch hier wäre es möglich, dass die entgegengesetzt gerichteten Bahnen dieser Nervenfasern von einer und derselben Reizursache bestimmt werden. Man ersieht aus diesen Beispielen zugleich, dass die Zahl der Reizursachen nicht dieselbe Größe wie die der verschiedenen Wachstumsrichtungen der Nervenfasern zu haben braucht, was übrigens dem Leser des ersten Teiles selbstverständlich sein wird.

Interessant ist, dass den Endorganen nach vollendeter Entwicklung das Vermögen abzugehen scheint, die für sie bestimmten Nerven anzulocken, resp. dass die letzteren die Fähigkeit verloren haben, auf die Richtungsreize der ersteren zu reagieren. Wird nämlich ein Nerv durchschnitten, so wachsen die neuen Axenzylinder aus dem zentralen Stumpf in die alten Röhren des peripheren Stückes hinein und gelangen auf diese Weise nach längerer Zeit zu den Endorganen. Sind dagegen die beiden Schnittflächen weiter von einander entfernt, so verlieren sich die neuen Nervenfasern im umgebenden Gewebe oder gelangen gar an andere Endorgane. Werden die beiden Enden des durchschnittenen Nerven mittels Seidenfäden verbunden, so gelangen die auswachsenden Axenfasern an den richtigen Bestimmungsort, und der Nerv wird vollständig regeneriert [v. Notthafft 47]. Die Nervenfasern benutzen also in diesem Falle die Seidenfäden als Brücke von einem Ende zum anderen und scheinen deshalb Kontaktreizbarkeit zu besitzen. Sollte sich dieses als richtig herausstellen, so würde ich trotzdem den Thigmotropismus zur Erklärung der gesetzmäßigen Verteilung der Nerven nicht für genügend halten. Hierbei müssen offenbar noch andere Tropismen unbekannter Natur beteiligt sein. —

Diese allgemeinen Erörterungen über den Anteil von Richtungsreizen an der Ausbreitung der Nerven mögen zur Zeit genügen. Die genaue Erforschung der Natur dieser Reize bleibt der Zukunft überlassen. Es ist dies eine unendlich schwierige, aber hoffentlich nicht unlösbare Aufgabe. Das Beste, was wir bis jetzt mittels unsrer Hypothese gewonnen haben, scheint mir darin zu bestehen, dass wir das Vorhandensein von Wirkungsweisen, wie sie in der Pflanzenphysiologie seit langem bekannt sind, auch in der tierischen Ontogenese wahrscheinlich gemacht haben. Indem wir zeigten, dass die Richtung auswachsender Nervenfasern ebenso wie die wachsender pflanzlicher Organe möglicherweise von bestimmten Reizen abhängig ist, haben wir also zwei differente Erscheinungsreihen unter einen Hut gebracht.

Ein Teil des Rätselhaften, welches notgedrungen das Auswachsen der Nerven nach dem jetzigen Stand unsrer Kenntnisse an sich tragen

musste, und welches Hensen sehr richtig gefühlt hat, wäre also durch unsre Hypothese beseitigt. Ein anderer bleibt jedoch bestehen und lässt sich in den Fragen ausdrücken: Warum besitzen die verschiedenen Nervenfasern eine spezifische Reizbarkeit und warum üben die Endorgane spezifische Reize und gerade die aus, auf welche die ihnen zugehörigen Nerven abgestimmt sind?

An Stelle des Rätsels, welches sich bisher in dem regelmäßigen Auswachsen der Nerven äußerte, erscheint uns also nunmehr das neue in Gestalt der Frage nach der Ursache der gesetzmäßigen Verteilung von bestimmter Reizbarkeit und bestimmter Reizursache. Dürfen wir hoffen, dereinst auch diese Frage zu lösen oder stoßen wir hier schließlich auf eine Schranke? Im 3. Teil unsrer Untersuchungen wollen wir eine Antwort hierauf geben, wobei wir namentlich wieder die beiden Arbeiten von Driesch [10 u. 11] zu berücksichtigen haben werden.

b) Einige Tropismen in der Entwicklungsgeschichte der Süßwasserturbellarien.

1) Es dürfte bekannt sein, dass die einzelligen Drüsen der Süßwasserturbellarien aus Parenchymzellen ihre Entstehung nehmen und oft mit ziemlich langen Ausführungsgängen an ihren Bestimmungsorten ausmünden. Die Verteilung der sog. Schleimdrüsen ist bei den Planarien eine ziemlich scharf umschriebene, insofern die größte Mehrzahl derselben am unteren Körperrande und am Kopfende ihr Sekret nach außen ergießen. Andere Gruppen von Drüsen münden bekanntlich in den Pharynx, in den Penis und in die Endabschnitte der Ovidukte, wie aus der Arbeit von Jijima [28] ersichtlich ist. Es fragt sich nun, wie diese differenten Drüsenkanälchen den richtigen Bestimmungsort erreichen können und wie es z. B. möglich ist, dass die Ausführungsgänge der Speicheldrüsen nicht an der zunächst gelegenen Stelle der Körperoberfläche ausmünden, sondern zu bedeutender Länge auswachsen und schließlich ihr Sekret an dem freien Ende des Pharynx in die Schlundhöhle entleeren. Sollte hier nicht die Annahme am berechtigsten sein, dass bestimmte, zur Zeit leider nicht näher bekannte Richtungsreize den auswachsenden Kanälen ihren Weg vorschreiben?

Auch bei den rhabdocölen Turbellarien können die Ausführungsgänge bisweilen eine bedeutende Länge erreichen, so namentlich an den Kopfdrüsen von *Microstoma*. Wahrscheinlich wird auch hier die Richtung der auswachsenden Kanälchen durch einen Reiz bestimmt, da sonst gar nicht einzusehen wäre, warum sich dieselben nach dem vorderen Körperende und nicht nach dem Darm oder auf dem nächsten Wege zum äußeren Körperepithel wenden, zumal die Drüsenzellen oft sehr weit im Innern des Parenchyms und von der Ausmündungsstelle entfernt liegen, wie man aus den Figuren von v. Wagner ersehen kann.

2) Nach den Untersuchungen von Jijima entstehen die Dotterstränge der Planarien aus einzelnen Parenchymzellen, welche sich vermehren und zur Bildung von verästelten und häufig anastomosierenden Ketten führen. Letztere sind anfangs sehr einfach gebaut, indem sie entweder nur aus einer einzigen oder aus mehreren neben einander liegenden Zellreihen bestehen. Erst nach der Umwandlung ihrer Elemente in Dotterzellen füllen sie den größten Teil des Pseudocöls aus. Welcher Umstand bewirkt es nun eigentlich, dass die überall im Körper zerstreuten Dotterstränge ihren Weg nach den Ovidukten finden und dass die hinter der Genitalöffnung gelegenen nach vorn auf die Eileiter zuwachsen. Ich glaube, dass wir das richtige treffen, wenn wir annehmen, es gehe von den Ovidukten ein Reiz aus, welcher den einzelnen Dotterzellketten ihre Bahn vorschreibt.

c) Schlussbemerkungen.

Obgleich die Zahl der im vorigen angeführten Beispiele keine große ist, so hoffe ich doch, dass sie genügen werden, um die Beteiligung von Tropismen an ontogenetischen Prozessen wahrscheinlich zu machen. Es würde ein leichtes sein, den erwähnten Beispielen nach eine Reihe anderer Fälle hinzuzufügen, ich will jedoch davon Abstand nehmen, da es nicht der Zweck dieser Abhandlung ist, möglichst viele spezielle Hypothesen aufzustellen, die doch notgedrungen zur Zeit mehr oder weniger unsicher sein müssen, sondern da derselbe nur darin besteht, an der Hand einiger Beispiele die Fruchtbarkeit unsrer allgemeinen Hypothese nachzuweisen.

Vielleicht wird es sich durch künftige Untersuchungen herausstellen, dass nicht nur bei dem Auswachsen der Nerven, sondern auch bei der Gefäßbildung — und wenn auch nur bei der sog. sekundären — Tropismen eine große Rolle spielen. Kam es doch bereits Hensen „völlig rätselhaft vor, dass die feinen Ausläufer der sich neubildenden Kapillaren richtig aufeinander treffen“ [22 S. 112], so dass der Kreislauf nicht unterbrochen wird, sondern geschlossen bleibt. Und betrachten wir nun erst die gesetzmäßige Verbreitung der Blutbahnen im Körper; werden wir da nicht unwillkürlich zu der Annahme gedrängt, dass hierbei höchst wahrscheinlich „richtende Kräfte“ im Spiele sind, obgleich wir wegen unsrer mangelhaften Kenntnisse von der Entwicklungsgeschichte des Gefäßsystems zur Zeit nicht einmal sagen können, ob wir es mit taktischen Erscheinungen oder mit Tropismen zu thun haben werden. Fast hat es den Anschein, als wäre in dem einen Falle die erste, in dem anderen die zweite Möglichkeit richtig. Die Arbeiten von P. Mayer, Wenckebach etc. auf der einen und die von Rabl u. a. auf der anderen Seite [siehe in 24], lassen dies wenigstens vermuten.

Auch noch in manchen anderen Fällen werden die künftigen Forschungen höchst wahrscheinlich die Wirkung von tropischen Reizen nachweisen können. Alles gerichtete Wachsen muss ja eine Ursache haben, und so dürfte überall da, wo ein Organ nach einer bestimmten Stelle des Embryo hinwächst oder wo zwei getrennte Anlagen zur Bildung eines einheitlichen Organes zusammenwachsen, nach solchen Richtungsreizen zu suchen sein. Ein Hauptaugenmerk muss man dabei natürlich darauf richten, ob die Richtung wirklich durch einen Reiz bedingt, oder ob sie nur von der Konfiguration der übrigen Organe und von dem Winkel abhängt, unter welchen sich das betreffende Organ von seinem Mutterboden abzweigt. Es wäre so z. B. möglich, dass bei der Wachstumsrichtung der Vornierenkanälchen kein Richtungsreiz beteiligt ist, sondern dass dieselben sämtlich aus der parietalen Wand des Mittelblattes unter einem bestimmten, nach hinten gerichteten, spitzen Winkel entstehen, welcher ohne weiteres die Wachstumsrichtung des Vornierenganges, der bekanntlich aus einer Verbindung der einzelnen Kanälchen entsteht, bestimmen würde. In der Botanik nennt man den Winkel, welchen ein Organ ohne das Hinzukommen äußerer Einflüsse mit seiner Mutteraxe bildet, den Eigenwinkel desselben. Wahrscheinlich verdankt derselbe einer inneren Korrelation von vorläufig unbekannter Natur seine Entstehung[1]).

So wären wir denn am Ende der Aufgabe angelangt, welche wir uns in dieser Arbeit gestellt hatten. Mögen auch viele der speziellen hypothetischen Erörterungen sich in Zukunft als verfehlt herausstellen, so glaube ich doch, dass unsre Hypothese im Prinzip zu Recht bestehen bleiben wird, und es sich früher oder später herausstellen dürfte, dass in der That bei dem Zustandekommen mancher ontogenetischer Vorgänge Richtungsreize eine große Rolle spielen.

Litteraturverzeichnis.

[1] Aderhold R., Beitrag zur Kenntnis richtender Kräfte bei der Bewegung niederer Organismen. Jen. Zeitschr., XXII, N. F., XV.

[2] Blasius-Schweizer, Elektrotropismus und verwandte Erscheinungen. Pflüger's Archiv, 53.

[3] Brunchorst, Galvanotropismus. Ber. d. deutsch. bot. Ges., 1884.

[4] Darwin Ch., Das Bewegungsvermögen der Pflanzen. Stuttgart 1881.

[5] Detlefsen E., Ueber die von Ch. Darwin behauptete Gehirnfunktion der Wurzelspitze. Arb. a. d. bot. Institut Würzburg, II.

[6] Dewitz, Ueber die Vereinigung der Spermatozoen mit dem Ei. Pflüg. Archiv, 37.

[7] Derselbe, Ueber die Gesetzmäßigkeit in der Ortsveränderung der Spermatozoen und in der Vereinigung derselben mit dem Ei. Pflüg. Archiv, 39.

1) Vergl. hierzu unten die Anmerkung über den sogen. Somatotropismus.

[8] Driesch H., Heliotropismus bei Hydroidpolypen. Zool. Jahrb., Syst. Abt. V.
[9] Derselbe, Kritische Erörterungen, II. Zur Heteromorphose der Hydroidpolypen. Biol. Centralbl., XII.
[10] Derselbe, Die Biologie als selbständige Grundwissenschaft. Leipz. 1893.
[11] Derselbe, Analytische Theorie der organischen Entwicklung. Leipzig 1894.
[12] Elfving F., Ueber einige horizontal wachsende Rhizome. Arb. a. d. bot. Institut Würzburg, II.
[13] Derselbe, Ueber eine Wirkung des galvanischen Stromes auf wachsende Wurzeln. Bot. Zeitung, 1882.
[14] Derselbe, Ueber physiologische Fernwirkung einiger Körper. Helsingfors 1890.
[15] Derselbe, Zur Kenntnis der pflanzlichen Irritabilität. Öfversigt af Finska Vet. Soc. Förhandl., Häft XXXVI.
[16] Engelmann, Ueber Licht- und Farbenperzeption niederster Organismen. Pflüger's Archiv, 29.
[17] Errera L., Ueber die Ursache einer physiologischen Fernwirkung. Biol. Centralbl., XIII.
[18] Frank A., Lehrbuch der Botanik. Leipzig 1892.
[19] Graber V., Grundlinien zur Erforschung des Helligkeits- und Farbensinnes der Tiere. Prag u. Leipzig, 1884.
[20] Haberlandt G., Eine botanische Tropenreise. Leipzig 1893.
[21] Hallez P., Embryogénie des dendrocoeles d'eau douce. Paris 1887.
[22] Hensen V., Ueber die Nerven im Schwanz der Froschlarven. Archiv f. mikr. Anatomie, IV.
[23] Herbst C., Experimentelle Untersuchungen über den Einfluss der veränderten chemischen Zusammensetzung des umgebenden Mediums auf die Entwicklung der Tiere, I u. II. Zeitschr. f. wiss. Zoologie, 55 und Mitt. a. d. zool. Station Neapel, XI.
[24] Hertwig O., Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte, Jena 1893 (4. Aufl.).
[25] His W., Untersuchungen über die Bildung des Knochenfischembryo. Arch. f. Anat. u. Phys., Anat. Abt., 1878.
[26] Derselbe, Zur Geschichte des menschlichen Rückenmarkes und der Nervenwurzeln. Abh. d. math.-phys. Kl. d. kgl. Sächs. Ges. d. Wiss., IV, Bd. XIII.
[27] Jensen, Ueber den Geotropismus niederer Organismen. Pflüger's Archiv, 53.
[28] Jijima S., Untersuchungen über den Bau und die Entwicklungsgeschichte der Süßwasserdendrocölen. Zeitschr. f. wiss. Zool., 40.
[29] Keller S., Die ungeschlechtliche Fortpflanzung der Süßwasserturbellarien. Dissertation, 1894.
[30] Koelliker A., Histologische Studien an Batrachierlarven. Zeitschrift f. wiss. Zool., 43.
[31] Kohl F., Die Mechanik der Reizkrümmungen. Marburg 1894.
[32] Korschelt-Heider, Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte. Jena 1890–1893.
[33] Loeb J., Der Heliotropismus der Tiere. Würzburg 1890.
[34] Derselbe, Weitere Untersuchungen über den Heliotropismus bei Tieren. Pflüger's Archiv, XLVII.

[35] Loeb, Ueber Geotropismus bei Tieren. Pflüger's Arch., XLIX.
[36] Derselbe, Untersuchungen zur physiologischen Morphologie der Tiere, I u. II. Würzburg 1891 u. 1892.
[37] Derselbe, Ueber künstliche Umwandlung positiv heliotropischer Tiere in negativ heliotropische und umgekehrt. Pflüger's Archiv, 54.
[38] Derselbe, A Contribution to the physiology of Coloration in animals. Journ. of Morph., VIII.
[39] Derselbe, Ueber die Entwicklung von Fischembryonen ohne Kreislauf. Pflüger's Archiv, 54.
[40] Derselbe, Ueber die relative Empfindlichkeit von Fischembryonen gegen Sauerstoffmangel und Wasserentziehung. Pflüger's Arch., 55.
[41] Massart, Sur l'irritabilité des spermatozoïdes de la grenouille. Bull. de l'acad. roy. d. Belg. Bruxelles 1888.
[42] Miyoshi M., Ueber Reizbewegungen der Pollenschläuche. Flora, 78.
[43] Derselbe, Die chemotropischen Bewegungen von Pilzfäden; mitgeteilt von Pfeffer. Ber. d. math.-phys. Kl. d. k. Sächs. Ges. d. Wiss., 1894.
[44] Molisch, Untersuchungen über den Hydrotropismus. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. Wien 1883.
[45] Derselbe, Ueber die Ablenkung der Wurzeln von ihrer normalen Wachstumsrichtung durch Gase. ibidem 1884.
[46] Noll F., Ueber heterogene Induktion. Leipzig 1892.
[47] v. Notthafft A., Neue Untersuchungen über den Verlauf der Degenerations- und Regenerationsprozesse am verletzten peripheren Nerven. Zeitschr. f. wiss. Zool., 55.
[48] Oltmanns, Ueber die photometrischen Bewegungen der Pflanzen. Flora, 1892.
[49] Pfeffer W, Pflanzenphysiologie, II. Leipzig 1881.
[50] Derselbe, Lokomotorische Richtungsbewegungen durch chemische Reize. Unters. a. d. bot. Institut Tübingen, I.
[51] Derselbe, Ueber chemotaktische Bewegungen von Bakterien, Flagellaten und Volvocineen. ibidem II.
[52] Derselbe, Zur Kenntnis der Kontaktreize. ibidem I.
[53] Derselbe, Die Reizbarkeit der Pflanzen. Leipzig 1893.
[54] Reinhardt M., Das Wachstum der Pilzhyphen. Pringsh. Jahrb., 23.
[55] Rothert W., Ueber die Fortpflanzung des heliotropischen Reizes. Ber. d. deutsch. bot. Ges., 1892.
[56] Roux W., Beitrag 3 zur Entwicklungsmechanik des Embryo. Breslauer ärztl. Zeitschrift, 1885.
[57] Derselbe, Beitrag 5. Virchow's Archiv, 114.
[58] Derselbe, Ueber die Spezifikation der Furchungszellen. Biol. Centralblatt, XIII.
[59] Derselbe, Ueber die Selbstordnung der Furchungszellen. Drei Mitteilungen. Ber. d. nat. med. Vereins, Innsbruck 1893.
[60] Sachs J., Vorlesungen über Pflanzenphysiologie, 2. Aufl. Leipzig 1887.
[61] Derselbe, Ueber orthotrope und plagiotrope Pflanzenteile. Arbeiten aus dem bot. Institut Würzburg, II.
[62] Schwarz F., Der Einfluss der Schwerkraft auf die Bewegungsrichtung von *Chlamydomonas* und *Euglena*. Sitzungsber. d. deutsch. botan. Gesellsch., II.

[63] Stahl E., Ueber den Einfluss von Richtung und Stärke der Beleuchtung auf einige Bewegungserscheinungen im Pflanzenreiche. Botan. Zeitung, 1880.
[64] Derselbe, Zur Biologie der Myxomyceten. Bot. Zeitung, 1880.
[65] Derselbe, Ueber den Einfluss des Lichtes auf den Geotropismus einiger Pflanzenorgane. Ber. d. deutsch. bot. Ges., II.
[66] Strasburger E., Wirkung des Lichtes und der Wärme auf Schwärmsporen. Jena 1878.
[67] Verworn M., Die polare Erregung der Protisten durch den galvanischen Strom. Pflüger's Archiv, 45 u. 46.
[68] Derselbe, Psycho-physiologische Protistenstudien. Jena 1889.
[69] Derselbe, Die Bewegung der lebendigen Substanz. Jena 1892.
[70] v. Wagner F., Zur Kenntnis der ungeschlechtlichen Fortpflanzung von *Microstoma*. Zool. Jahrb., Abt. f. Anat., 4.
[71] Wiesner J., Die heliotropischen Erscheinungen im Pflanzenreich. Denkschr. d. kais. Akad. d. Wiss., Wien, Bd. 39 u. 43.
[72] Wortmann J., Zur Kenntnis der Reizbewegungen. Bot. Zeitung, 45.
[73] Derselbe, Ueber den Thermotropismus der Wurzeln. Bot. Zeitg., 43.
[74] Derselbe, Ueber die Beziehungen der Reizbewegungen wachsender Organe zu den normalen Wachstumserscheinungen. Bot. Zeitg., 47.

Zürich, im Juli 1894.

Nachtrag.

Nachträglich sehe ich, dass His in seiner neuesten Schrift „Ueber mechanische Grundvorgänge tierischer Formenbildung" (Arch. f. Anat. u. Physiol., 1894) auf seine alten Beobachtungen am Knochenfischembryo zurückgekommen ist und ähnlich wie dort das Flächenwachstum des Ektoderms bei Haifisch- und Hühnerembryonen zum großen Teil durch das Einwandern neuer Zellen aus tieferen Schichten in die oberflächliche Lage zu Stande kommen lässt. Die Ursache dieses Wanderns sieht er in einer chemo- resp. oxygenotaktischen Reizbarkeit der betreffenden Zellen. Was seine Behauptung anbetrifft, dass sich die Verteilung der Blutgefäße und Nerven dadurch erkläre, dass dieselben „den Bahnen geringsten Widerstandes entlang wachsen" so sei bemerkt, dass ich diesen Ausbreitungsmodus der betreffenden Organe zur vollständigen Erklärung ihrer gesetzmäßigen Verteilung nicht für ausreichend halte; Tropismen scheinen meiner Ansicht nach hier unterstützend eingreifen zu müssen. Näheres ist in meiner vorstehenden Arbeit selbst zu lesen.

Neapel, zoologische Station, den 5. Oktober 1894.

Ein Beitrag zur Kenntnis des Lichtsinnes augenloser Tiere.

Von Dr. rer. nat. et med. **Wilibald A. Nagel**,
Assistent am physiologischen Institut in Tübingen.

I.

Amphioxus lanceolatus ist in höherem Maße lichtempfindlich, als man nach den bisherigen diesbezüglichen Angaben annehmen sollte.

Das Organ des Lichtsinnes (photoskioptischen Sinnes, vergl. meine frühere Mitteilung Biol. Centralbl., 14. Bd., Nr. 11) ist die gesamte Haut des Körpers, und nicht die als Augenflecken bezeichneten Pigmentanhäufungen am Kopfende.

Lässt man eine Schale mit halb im Sande vergrabenen Lanzettfischen mit einem undurchsichtigen Deckel bedeckt eine Viertelstunde ruhig stehen und nimmt jetzt den Deckel vorsichtig ab, so zuckt ein großer Teil der Tiere zurück und versteckt sich. Entsprechend eingerichtete Kontrolversuche beweisen, dass hierbei ausschließlich die Belichtung und nicht etwa Erschütterung und Geräusch das maßgebende ist. Auch bei Belichtung durch Drehen eines Spiegels erhält man jenes Resultat.

Weit stärker wird der Reizerfolg, wenn man Lanzettfische in eine Schale mit Seewasser ohne Sand bringt, so dass die Tiere sich nicht verstecken können. Plötzliche Belichtung lässt dann die sämtlichen Exemplare wild durch's Wasser jagen.

An diesen Resultaten wird nichts geändert, wenn die vorderste Körperspitze (mit samt den angeblichen Augen) in der Länge von einigen Millimetern zuvor abgeschnitten wurde. Ja selbst halbierte Lanzettfische reagieren, wenn auch weniger energisch, noch prompt auf Belichtung.

Der Wechsel der Beleuchtungsintensität braucht nicht einmal ein bedeutender zu sein, um vorstehende Versuche gelingen zu lassen; es bedarf vor allem nicht direkter Sonnenbestrahlung, sondern schon das diffuse Tageslicht im Zimmer bei bewölktem Himmel reicht aus, um die photoptische Reaktion auszulösen.

Skioptische Reaktion (Wirkung der plötzlichen Beschattung) ist bei *Amphioxus* nur schwach ausgebildet und etwas unsicher. Immerhin bemerkt man nach einer längeren Zeit völligen Ungestörtseins der Tiere, dass bei plötzlicher Beschattung sich ein Teil derselben versteckt.

II.

Der Röhrenwurm *Spirographis Spallanzanii* ist deutlich skioptisch er versteckt seine blumenartigen Kiemenbüschel blitzschnell, sowie auch nur ein leichter Schatten über dieselben hinstreift. Dieser Versuch (am großen Würmerbassin des Neapeler Aquariums angestellt) gelang mir übrigens nur früh morgens sicher, wenn die Tiere noch in keiner Weise gestört waren, während des Tages sind dieselben gegen den Schattenreiz abgestumpft, so dass die skioptische Reaktion häufig ausbleibt.

Die Ascidie *Ciona intestinalis* ist deutlich photoptisch reizbar, sie schließt und retrahiert ihre Mantelöffnungen bei plötzlicher Belichtnng. Skioptische Reaktion fehlt.

Die Actinie *Cereanthus membranaceus* zieht sich (wie schon Bronn fand) bei plötzlicher Belichtung lebhaft zusammen. Direktes Sonnenlicht (wie Bronn angibt) ist nicht notwendig. Skioptische Reaktion ist nicht vorhanden, bei *Adamsia* und *Anemonia* weder diese, noch photoptische Reaktion.

III.

Wird eine Gehäuseschnecke (*Helix pomatia* oder *H. hortensis*), nachdem sie längere Zeit in keiner Weise gestört und gereizt worden ist, plötzlich von einem Schatten getroffen, so zieht sie sich mehr oder weniger heftig zusammen. Beide Fühlerpaare pflegen momentan eingestülpt und der Kopf rückwärts gezogen zu werden. Nicht selten zieht sich das ganze Tier in's Haus zurück, zuweilen unter zischendem Geräusch.

Die dunkel pigmentierte *Helix arbustorum* reagiert schwächer, die Nacktschnecken noch weit schwächer.

Diese skioptische Empfindlichkeit ist nicht an die Augen geknüpft, sondern ist, wie bei manchen Muscheln, eine Eigenschaft der Haut. Die Haut ist bei den Schnecken ein empfindliches photoskioptisches Sinnesorgan, ein Organ zur Wahrnehmung von Licht und Schatten (vielleicht auch von Farben). Die Augen stellen nur insofern eine Modifikation des Lichtsinnesorganes der Haut dar, als sie einen bilderzeugenden Apparat enthalten, wodurch die Tiere ikonoptisch werden.

Beweisend sind folgende Versuche: Werden der Schnecke beide Augen durch Abschneiden der Endanschwellungen des längeren Fühlerpaares genommen, so tritt nach einer kurzen Erholungspause (aber auch noch nach Wochen) die beschriebene skioptische Reaktion noch fast unverändert ein. Die Stümpfe der langen Fühler werden, wie auch die kurzen Fühler eingestülpt. Auch wenn beide Fühlerpaare abgeschnitten sind (und zwar dicht über der Basis) wird dadurch an der Stärke der Reaktion des Kopfes und ganzen Körpers nichts geändert.

Wie bei allen denjenigen Tieren, welche deutliche, rasch eintretende [1]), skioptische Reaktionen zeigen, erfolgt bei den Schnecken eine sehr rasche Gewöhnung an den Reiz des Beleuchtungswechsels. Der beschriebene Versuch gelingt stets nur wenige (2—3) Mal nacheinander, und auch da nur, wenn immer eine Viertelstunde Pause eingeschoben wurde. Nach mehrmaliger Wiederholung bleibt jede Reaktion selbst auf die intensivste Beschattung aus, und erst nach einigen Stunden kehrt die Empfänglichkeit für den Reiz wieder. Auf die vergleichend-psychologische Wichtigkeit dieser Gewöhnung, wie über-

1) im Gegensatz z. B. zu *Pholas dactylus*, welche langsam reagiert und sich auch nur spät an den Reiz der Beschattung und Belichtung gewöhnt.

haupt der ganzen skioptischen Reaktionen habe ich schon früher (am obengenannten Orte, S. 389) hingewiesen [1]).

IV.

Meinen früheren Mitteilungen über den Lichtsinn augenloser Seemuscheln kann ich hinzufügen, dass auch die Süßwassermuschel *Unio pictorum* für plötzliche Beschattung hochgradig empfindlich ist. Unter dem Einflusse der Beschattung zieht sie die papillentragenden Mantelrandlappen zurück, welche die Einfuhröffnung des Mantelraumes begrenzen, und schließt die Schalen (letzteres nicht regelmäßig). Auch helle Belichtung (z. B. Abends durch eine Kerze) wirkt reizend, der ausgestreckte Fuß wird teilweise eingezogen, die Schale aber nicht geschlossen.

Tübingen, Oktober 1884.

Sigmund Exner, Entwurf zu einer physiologischen Erklärung der psychischen Erscheinungen.

I. Teil. Mit 63 Abbildungen. 8. VIII u. 380 Seiten. Leipzig und Wien. Franz Deuticke. 1894.

Dass die psychischen Erscheinungen, über deren Dasein wir hauptsächlich durch unsre Empfindungen belehrt und deren Gesetzmäßigkeit wir durch Selbstbeobachtung kennen lernen, innig mit den physiologischen Vorgängen in unserm Nervensystem zusammenhängen, ist ja unzweifelhaft. Deshalb muss auch der Versuch gerechtfertigt erscheinen, den tieferen Zusammenhang der Prozesse zu erforschen, um zu sehen, wie weit es möglich ist, alle oder wenigstens einen größeren Teil jener Erscheinungen auf bekannte physiologische Thatsachen zurückzuführen.

---

1) Mit der Korrektur vorstehender Zeilen beschäftigt, finde ich in der „naturwissenschaftlichen Rundschau", IX. Jahrg, Nr. 41 ein Referat R. v. Hanstein's über meine obenerwähnte Mitteilung über den Lichtsinn augenloser Muscheln. Unter Bezugnahme auf meine Angabe, dass das Ausbleiben skioptischer Reaktion bei mehrmaliger Wiederholung des Versuches auf eine gewisse primitive Urteilsfähigkeit schließen lasse, jedenfalls also psychologisch und nicht rein physiologisch zu erklären sei, sieht sich v. Hanstein zu der Aeußerung veranlasst: „Uns scheint diese Deutung noch nicht hinlänglich motiviert". Da ich die Alternative, ob es sich bei den beobachteten Erscheinungen um einen physiologischen Ermüdungsprozess oder um einen psychischen Akt handle, ausdrücklich erörtert und darauf hingewiesen habe, dass die Thatsachen sich weit besser mit der letzteren Annahme vereinigen lassen, ist es mir nicht recht verständlich, wie der Herr Referent meine Deutung so kurzweg abweisen durfte, ohne doch eine bessere Erklärung wenigstens anzudeuten, besonders da jene Frage gerade den Kernpunkt meiner kleinen Abhandlung bildet, dessenwegen dieselbe geschrieben wurde.

Wenn man diesen Versuch als „Erklärung“ bezeichnen will, so lässt sich dagegen nichts einwenden. Wir haben eine Naturerscheinung erklärt, wenn wir im Stande sind, sie an die richtige Stelle in der Gesamtheit unsrer Naturkenntnis einzureihen, ihren Zusammenhang mit anderen Naturerscheinungen anzugeben. Wir haben das Gewitter erklärt, wenn wir nachweisen, dass es eine elektrische Erscheinung ist, d. h. dass die Vorgänge bei ihm zu derselben Reihe gehören, wie gewisse uns bekannte Erscheinungen, welche unter einander ähnlich sind und die wir unter dem Namen der elektrischen zusammenfassen. In diesem Sinne können wir also sagen, dass die psychischen Erscheinungen in die Reihe der Erscheinungen des Nervensystems einzuordnen eine Erklärung derselben sei. Diese Einordnung versucht Herr Exner in dem vorliegenden Werke auf Grund unsrer Kenntnisse von den einen und den anderen.

Nun müssen wir allerdings zugestehen, dass unsre Kenntnisse von den (physiologischen) Erscheinungen des Nervensystems selbst noch eine sehr lückenhafte ist. Aber auch das ist kein Grund den Versuch, den Herr E. unternommen hat, zu unterlassen. Auch die Kenntnis der elektrischen Erscheinungen war zu Franklin's Zeit noch eine sehr mangelhafte und ihre wahre Natur bleibt auch für uns jetzt noch eine hypothetische. Trotzdem war es ein entschiedener Fortschritt, als Franklin zeigte, dass das Gewitter zu ihnen gehöre. Ist die Zusammengehörigkeit erst erwiesen, dann dient jede Erweiterung der Kenntnis in einem Teil des Gebietes auch zum besseren Verständnis der anderen, in dasselbe Gebiet gehörigen Erscheinungen.

Was wir von den Leistungen unsres Nervensystems wissen, lässt sich in wenige Sätze zusammenfassen. Nervenfasern sind reizbar, d. h. unter der Einwirkung äußerer Agentien geraten sie in einen veränderten Zustand, welchen wir als Zustand der Thätigkeit bezeichnen; dieser Zustand pflanzt sich in den Nerven mit einer gewissen Geschwindigkeit fort und kann von den Nerven auf andre Organe, mit denen sie in anatomischem Zusammenhang stehen, übergehen und in diesen Wirkungen hervorrufen. Jede solche Nervenfaser entspringt aus einer Nervenzelle und endigt an ihrem anderen Ende in dem sogenannten Endbäumchen, welches entweder in einem peripheren Organ (z. B. einem Muskel) liegt oder zu einer anderen Nervenzelle in Beziehung tritt, aus der wieder, neben anderen Fortsätzen, eine andere Nervenfaser hervorgeht. Ein anatomischer Zusammenhang zwischen jenem Endbäumchen und der Nervenzelle konnte bisher nicht nachgewiesen werden; aber eine physiologische Kontinuität muss bestehen, denn die Erregung kann von einer Faser durch Vermittlung der Zelle auf eine andre Faser übergehen. Außerdem aber hängen die Nervenzellen, welche namentlich in den Centralorganen des Nervensystems in außerordentlich großer Zahl vorhanden sind, unter einander durch

ihre Ausläufer so zusammen, dass jede Erregung auf ein sehr großes Gebiet sich verbreiten kann.

Auf diesen physiologischen Grundlagen baut Herr E. seinen Erklärungsversuch auf. Er gibt im ersten Kapitel seines Buches eine kurze Uebersicht über den anatomischen Bau des Nervensystems und im zweiten über unsre physiologischen Kenntnisse von denselben. Neben jenen eben kurz dargelegten bekannteren Thatsachen bespricht er hier besonders die Erscheinungen der Hemmung und Bahnung, welche für seine späteren Erörterungen von hervorragender Wichtigkeit sind. - Darunter sind die Thatsachen zu verstehen, dass unter gewissen Umständen das Zustandekommen einer Erregung durch eine andre gleichzeitige Erregung erschwert und dass andrerseits durch eine vorhergegangene Erregung das Eintreten einer folgenden Erregung in derselben Bahn erleichtert wird. Was von diesen Erscheinungen an positiven Thatsachen bekannt ist, stellt der Vf. sorgfältig zusammen und erweitert es, allerdings hypothetisch, zu einer allgemeinen Eigenschaft aller bei den mannigfachen im Centralnervensystem sich abspielenden Erregungsvorgängen beteiligten Nervenzellen und Nervenbahnen. Da die Verbindungen zwischen den Zellen so zahlreiche sind, dass in Wahrheit wohl jede Nervenzelle mit jeder andern durch Leitungsbahnen zusammenhängt, so kann eine irgendwo in das Centralnervensystem eingetretene Erregung die mannigfaltigsten Wege zurücklegen. Aber nicht alle diese Bahnen sind gleich wegsam, und es ergeben sich daraus verschiedene Grade der „Verwandtschaft" zwischen den einzelnen Zellen oder Zellhaufen. Diese Verwandtschaft kann aber durch die „Bahnung" erhöht werden und zwar nicht nur für das einzelne Individuum, sondern kann auch durch Vererbung der erworbenen Verwandtschaftsgrade auf die Nachkommenschaft zu dauerndem und dann angeborenem Besitz werden.

Wenn eine Erregung in eine Zellgruppe eingetreten und von dieser durch die betreffenden Verbindungsbahnen zu einer anderen Zellgruppe fortgeleitet worden ist, so wird diese, wie der Vf. annimmt, *geladen* d. h. sie gerät in einen Zustand erhöhter Thätigkeit. Ist die Energie groß genug, so tritt die Erregung in die von den Zellen der zweiten Gruppe abgehenden Bahnen über, die Zellen *entladen sich*. Reicht die Energie der Ladung hierzu nicht aus, so kann doch die Ladung der Zelle zur Folge haben, dass eine *von andrer Seite her* ihr zuströmende Erregung, welche an sich zu schwach gewesen wäre, eine Entladung zu bewirken, dies jetzt zu thun im Stande ist. Aber die Entladung geht auch zum Teil auf denselben Bahnen zurück, auf denen sie angelangt ist, also zu dem ersterregten Zellkomplex. So entsteht zwischen zwei Zellkomplexen ein rhythmisches Hin- und Herströmen von Ladungen, welche Herr E. als „interzellulären Tetanus" bezeichnet.

Solange, als diese Erregungen sich in den subkortikalen Zentren abspielen, erzeugen sie die Vorgänge der Reflexe u. s. w., welche ohne Mitwirkung des Bewusstseins verlaufen. Von den einzelnen Stationen dieser verwickelten Zellgruppensysteme verlaufen aber auch Leitungsbahnen zu den Zellen der Hirnrinde; die nach diesen fortgeleiteten Erregungen bewirken die Vorgänge der bewussten Empfindungen, an welche sich dann die verschiedensten Arten von psychischen Prozessen anzuschließen vermögen.

Auf der so geschaffenen Grundlage bespricht Herr E. nacheinander die willkürlichen Bewegungen, die Aufmerksamkeit, die Empfindungen, Wahrnehmungen, Vorstellungen und Intelligenz und führt alle Erscheinungen derselben auf jene Grundphänomene zurück. Dass dabei Vieles rein hypothetisch bleibt, ist selbstverständlich. Im Einzelnen aber finden sich viele feine Betrachtungen und zahlreiche Beobachtungen von hohem Interesse, die häufig an frühere Arbeiten des Verfassers anknüpfen, aber auch die Arbeiten anderer Forscher verwerten. Wir erhalten so eine auf physiologischer Grundlage streng durchgeführte empirische Psychologie.

Was der Vf. zeigen wollte, ist ihm, soviel ich sehen kann, gelungen. Freilich wissen wir auch nach seiner Darstellung nicht, wie die Erregung einer Nervenzelle als eine Empfindung in die Erscheinung treten kann. Aber solche metaphysische Fragen aufzuwerfen lag auch gar nicht in seiner Absicht, wenigstens nicht in diesem ersten Teil seines Werkes. Wir wollen deshalb das Erscheinen des zweiten Teiles abwarten, um dann vielleicht auf einige Punkte zurückzukommen, welche von allgemeinerem Interesse sind.

Wenn ich zum Schluss noch einen Wunsch aussprechen darf, so möchte ich bitten, diesem zweiten Teil ein ausführlicheres Register über das ganze Werk beizugeben. Das zum ersten Teil gehörige erfüllt seinen Zweck nicht genügend. Als ich nach dem ersten Durchlesen des Buchs mich über einzelne Punkte, die mir von Wichtigkeit erschienen waren, noch weiter unterrichten wollte, ließ es mich im Stich. Ich fand keinen Hinweis auf den „interzellulären Tetanus", welcher in dem Buch eine recht große Bedeutung hat. Bei anderen Stichwörtern fand ich nur eine einzige Seitenzahl, während die Sache selbst im Text sehr häufig behandelt wird. Ein Register zu einem Buch, welches so viele Einzelnheiten enthält, kann meines Erachtens nicht ausführlich genug sein; ein zuviel schadet nichts, jedes zuwenig aber wird von dem, der das Buch benutzt, unangenehm empfunden.

J. Rosenthal.

Verlag von Eduard Besold (Arthur Georgi) in Leipzig. — Druck der kgl. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik — Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIV. Band. 1. Dezember 1894. **Nr. 23.**

Inhalt: **Strasburger**, Ueber periodische Reduktion der Chromosomenzahl im Entwicklungsgang der Organismen. — **Schimkewitsch**, Ueber die exkretorische Thätigkeit des Mitteldarmes der Würmer. — **Korotneff**, Embryonale Entwicklung der *Salpa democratica*. — **Loeb**, On some facts and principles of physiological Morphology. — **Marshall**, Neueröffnetes, wundersames Arzenei-Kästlein, darin allerlei gründliche Nachrichten, wie es unsere Voreltern mit den Heilkräften der Tiere gehalten haben, zu finden sind.

Ueber periodische Reduktion der Chromosomenzahl im Entwicklungsgang der Organismen.

Von Professor **E. Strasburger** in Bonn a. Rh.

Im Juli dieses Jahres wurde ich aufgefordert einen Vortrag in Oxford bei der Versammlung der British Association for the Advancement of Science zu halten, und schrieb demgemäß diesen Aufsatz nieder. Es geschah dies auf Grund von Gedanken, mit denen ich mich schon seit geraumer Zeit getragen hatte. Das nach England gesandte Manuskript war Prof. Sydney Vines so gütig ins Englische zu übersetzen, und ist diese Uebersetzung im Septemberheft der vornehmlich von ihm redigierten Annals of Botany erschienen. Die seitdem verflossene Zeit benutzte ich, um das deutsche Manuskript durchzusehen, es zu erweitern und zu verbessern und bringe es nun in dieser Fassung hier zur Veröffentlichung.

Die einfachsten Organismen, die wir kennen, vermehren sich nur auf ungeschlechtlichem Wege. Es scheint als könne die geschlechtliche Differenzierung nur auf der niedrigsten Stufe der Organisation fehlen und als müsse sie sich mit Notwendigkeit einstellen, sobald eine bestimmte Höhe der Organisation erreicht ist. Sie dürfte auf Grund von Eigenschaften erfolgen, die der organischen Substanz unmittelbar zukommen, und bildete sich zweifellos unzählige Male im Laufe der phylogenetischen Entwicklung aus. Zwar sind uns im Pflanzenreich auch relativ hoch organisierte Wesen bekannt, die sich

nur auf ungeschlechtlichem Wege fortpflanzen, doch legt die vergleichende Untersuchung nahe, bei ihnen einen nachträglichen Verlust des Geschlechtes anzunehmen: So in der großen Abteilung der Pilze, so zweifellos bei apogamischen Farnkräutern. — Es scheint der Geschlechtsakt stets eine mächtige Förderung phylogenetischen Fortschrittes bewirkt zu haben, während umgekehrt jede höhere Ausbildung unterblieb, so lange die geschlechtliche Sonderung noch nicht erlangt war. Vom phylogenetischen Standpunkte müssen wir annehmen, dass alle geschlechtlich-differenzierten Wesen aus ungeschlechtlichen hervorgegangen seien. Am besten erläutern uns diesen Vorgang gewisse Chlorophyceen, welche schwärmende Gameten im Geschlechtsakt zur Vereinigung bringen. Augenscheinlich sind diese Gameten aus ungeschlechtlichen Schwärmsporen entstanden, denen sie meistens noch bis auf ihre geringere Größe, beziehungsweise auch kleinere Cilienzahl, gleichen. — Die geschlechtlich-differenzierten Pflanzen weisen in ihrem ontogenetischen Verhalten Verschiedenheiten auf, von welchen aus sich auf den Gang schließen lässt, den nach erfolgter geschlechtlicher Sonderung, die phylogenetische Entwicklung einschlug. Der einfachste Fall ist der, wo aus den Befruchtungsprodukten sich Individuen entwickeln, die denjenigen gleichen, welche diese Geschlechtsprodukte erzeugten und die den eigenen Entwicklungsgang entweder wieder mit Geschlechtsprodukten oder diesen homologen ungeschlechtlichen Fortpflanzungsorganen abschließen. So ist es bei vielen Chlorophyceen, die aus der Zygote (dem Kopulationsprodukt gleichgestalteter Gameten), oder dem befruchteten Ei (dem Produkt ungleich gestalteter Spermatozoiden und Eier) eine Generation entwickeln, welche der vorhergehenden gleicht und entweder Schwärmsporen oder diesen homologe Geschlechtsprodukte bildet. Im Allgemeinen folgen einzelne geschlechtlich-differenzierte Generationen auf zahlreiche solche ungeschlechtliche, doch hängt diese Abwechselung von äußeren Umständen ab, so dass es, wie Klebs zeigte[1]), der Experimentator vielfach in seiner Gewalt hat, geschlechtliche oder ungeschlechtliche Generationen hervorzurufen. Es liegt in solchen Fällen eine homogene Generationsfolge vor, die keinen anderen Wechsel in sich schließt, als den der Ausbildung ungeschlechtlicher oder ihnen homologer geschlechtlicher Fortpflanzungsorgane. Die ungeschlechtlichen Fortpflanzungsorgane haben meist für die rasche Vermehrung der Zahl der Individuen unter günstigen Entwicklungsverhältnissen zu sorgen, während der geschlechtlichen Fortpflanzung meist die Aufgabe zufällt, die Erhaltung der Art unter Verhältnissen zu sichern, die der vegetativen Entwicklung wenig vorteilhaft sind. Zugleich bringt die geschlechtliche Fortpflanzung den Organismen bestimmte Vorteile, die aus der Vereinigung der Ge-

1) Vergl. im Besondern: Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Fortpflanzung der Gewächse. Biol. Centralblatt, 1893, Bd. XIII, S. 641 ff.

schlechtsprodukte selbst erwachsen. So weit als die ungeschlechtliche Fortpflanzung in der geschlechtlichen vollständig aufging, die ursprüngliche Form der Fortpflanzung somit ganz wegfiel, deckte die geschlechtliche Fortpflanzung entweder als solche den Ausfall der ungeschlechtlichen, indem sie für eine ausreichend große Anzahl von Keimen sorgte, so etwa bei Fucaceen, oder es bildeten sich, neben der geschlechtlichen Fortpflanzung, neue Organe für eine rasche und ergiebige Vermehrung der Individuen auf ungeschlechtlichem Wege aus. Dies geschah wieder in verschiedener Weise. Entweder wurden Organe der vegetativen Vermehrung in den Entwicklungsgang der ursprünglichen Generation eingeschaltet, oder eine neue Generation aus dem Geschlechtsprodukt erzeugt. Selbständige Individualisierung einzelner Entwicklungszustände oder Glieder der geschlechtlichen Generation zu besonderen, der vegetativen Vermehrung dienenden Organen, beziehungsweise zu selbständigen Bionten, vollzog sich wohl vielfach bei den Pilzen und führte dort zur Ausbildung zahlreicher Fruchtformen. Diese vegetativen Vermehrungs-Einrichtungen vermochten unter Umständen so gut ihre Aufgabe zu lösen, dass sie zum Schwund der Geschlechtsorgane und somit der geschlechtlichen Fortpflanzung führten. — Bei den Moosen einerseits, den Gefäßkryptogamen und Phanerogamen andrerseits, ging aus den Geschlechtsprodukten eine völlig neue Generation hervor, der die Aufgabe zufiel, die Pflanze auf vegetativem Wege in großer Individuenzahl zu vermehren. Die Ausbildung dieser neuen Generation wurde aber eine verschiedene, je nachdem sie sich auf die vegetative Fortpflanzung beschränkte, oder zugleich ernährungsphysiologische Aufgaben übernahm. — Bei den Muscineen schränkte sie sich dauernd auf die ungeschlechtliche Vermehrung der Individuenzahl ein und die geschlechtlichen Generationen waren es, welche in fortschreitender Ausbildung es bis zur cormophyten Gliederung, einer Differenzierung des Thallus in Axe und Blatt, brachten. Bei den Gefäßkryptogamen wurde der Schwerpunkt der phylogenetischen Entwicklung hingegen in die aus dem Befruchtungsprodukte hervorgegangene ungeschlechtliche Generation verlegt. Sie war es, welche die cormophyte Differenzierung erlangte und in derselben in anhaltender Vervollkommnung fortschritt. In dem Maße, als dies geschah, trat aber der ernährungsphysiologische Apparat der geschlechtlichen Generation in seiner Bedeutung zurück, ja er wurde überflüssig von dem Augenblick an, wo die ungeschlechtliche Generation das zur Bildung der Geschlechtsprodukte nötige Material den Sporen mit auf den Weg zu geben begann. Nach der allgemeinen Regel, welche das Schwinden überflüssig gewordener Organe in der Phylogenie beherrscht, mussten die vegetativen Teile der geschlechtlichen Generation eine immer weiter gehende Einschränkung erfahren, um schließlich auf die Bildung der einzig noch wesentlichen Teile, der Geschlechtsprodukte, fast einge-

schränkt zu werden. Daher die fortschreitende Reduktion, welche die Prothallien, von den Farnen an bis zu den Phanerogamen, erfuhren. Diese Reduktion führte schließlich zum Einziehen der ganzen unselbständig gewordenen, weil der selbständigen Ernährung nicht mehr fähigen, geschlechtlichen Generation in die ungeschlechtliche und damit auch zum Schwinden der äußeren Merkmale des Generationswechsels. Durch das Einziehen der geschlechtlichen Generation in die ungeschlechtliche wurden aber gleichzeitig die Vorteile welche letztere durch Schaffung neuer selbständiger Individuen brachte, aufgehoben, und musste daher Ersatz für diesen Verlust durch entsprechende Einrichtungen in der geschlechtlichen Generation gebracht werden. So trat die Samenverbreitung bei Phanerogamen an Stelle der Sporenverbreitung bei Kryptogamen, und die Vervielfältigung wurde nunmehr durch das entsprechend umhüllte Befruchtungsprodukt, wie zuvor durch die noch ungekeimte Spore besorgt.

Obligater Generationswechsel liegt im Pflanzenreich nur innerhalb jener Abteilungen vor, welche aus der ungeschlechtlichen Spore die geschlechtliche Generation, und aus den Geschlechtsprodukten dieser eine ihr nicht homologe ungeschlechtliche Generation erzeugen. In allen diesen Abteilungen des Pflanzenreichs ist die ungeschlechtliche Generation ein Produkt der Befruchtung. — Es war nötig, dieses zu erinnern, um den Boden für die weiter hier zu entwickelnden Gesichtspunkte zu schaffen.

Zunächst muss festgehalten werden, dass im ganzen Pflanzenreiche, soweit dasselbe geschlechtliche Differenzierung aufzuweisen hat, ein ungeschlechtlicher Zustand dieser Differenzierung vorausging. Die geschlechtliche Differenzierung führte im Allgemeinen zur Ausbildung von Generationswechsel und zwar eines solchen, den ich als isogenen oder eines solchen, den ich als heterogenen, je nach dem phylogenetischen Ursprung bezeichnen möchte. Als isogener Generationswechsel kann derjenige gelten, in welchem homologe, nur mehr oder weniger verschieden ausgestaltete Generationen aufeinander folgen, sei es nun, dass je eine ungeschlechtliche mit einer geschlechtlichen, oder eine größere Zahl unter einander gleicher oder ungleicher ungeschlechtlicher mit einer geschlechtlichen, oder endlich, nach etwaigem Wegfall der geschlechtlichen Generation, nur ungeschlechtliche Generationen mit einander abwechseln. Als heterogenen Generationswechsel fasse ich denjenigen auf, wo nicht homologe Generationen auf einander folgen. In diesem letzten Falle ist die ungeschlechtliche Generation nicht homolog der geschlechtlichen, sie stellt nicht die ursprüngliche ungeschlechtliche Generation vor, die zur geschlechtlichen wurde, sie ist vielmehr eine Neubildung die aus den Geschlechtsprodukten der ersten Generation hervorging. So verhält es sich im Pflanzenreich bei den Muscineen, den Gefäßkryptogamen und Phanerogamen. Die geschlecht-

liche Generation derselben ist als die ältere, durch Umwandlung der ungeschlechtlichen Generation in die geschlechtliche entstandene, die ungeschlechtliche als die jüngere, aus den Geschlechtsprodukten der ersteren hervorgegangene aufzufassen. Der erste Anlauf zur Bildung einer solchen wird ja, allem Anschein nach, schon bei den Algen genommen, wenigstens lässt sich das Verhalten von *Oedogonium*, *Coleochaete* und der Florideen in diesem Sinne deuten. Bei *Oedogonium* werden aus dem befruchteten Ei zunächst vier Schwärmsporen gebildet, bei *Coleochaete* ein kleiner Gewebekörper erzeugt, der die Schwärmsporen hervorbringt. Aus jenen Schwärmsporen geht dann erst wieder die erste Generation hervor. Bei den Florideen entwickelt sich aus dem befruchteten Ei, direkt oder indirekt, die Sporenfrucht und aus den Sporen derselben erst wieder die erste Generation. — Die Muscineen und Pteridophyten dürften wohl von den Chlorophyceen abzuleiten sein. Bei den Muscineen bildete sich das Befruchtungsprodukt allmählich zu dem charakteristischen Sporogon aus, bei den Pteridophyten zur sporangientragenden cormophyten Pflanze.

Es dürfte sich empfehlen, so wie es in England fast allgemein geschieht, die beiden im heterogenen Generationswechsel der höheren Pflanzen mit einander abwechselnden Generationen, ihrer Entstehung gemäß, als Sporophyt und Gametophyt zu unterscheiden.

Unser Einblick in das Wesen der Befruchtung wurde bedeutend gefördert, als Eduard van Beneden[1]) nachwies, dass die im Befruchtungsakt sich vereinigenden Zellkerne eine gleiche Chromosomenzahl führen. Weitere Untersuchungen stellten für das Tier- und Pflanzenreich alsbald fest, dass dem Geschlechtsakt in den generativen Kernen eine Verminderung der Chromosomenzahl, und zwar im Allgemeinen auf die Hälfte vorausgeht, und dass in solcher Weise, nach der Vereinigung von Spermakern und Eikern, der Keimkern wieder diejenige Zahl von Chromosomen erhält, welche für die vegetativen Kerne charakteristisch ist.

Wie M. Nussbaum[2]) zuerst für das Tierreich, ich selbst[3]) für das Pflanzenreich nachzuweisen suchten, beruht auch die Bildung der Geschlechtsprodukte auf indirekter, mit Längsspaltung der Chromosomen verbundenen Kernteilung. Entsprechende Angaben wurden dann von zahlreichen Beobachtern für das Tierreich, von Guignard[4]) für das Pflanzenreich gemacht und des Näheren weiter begründet.

1) Rech. sur la maturation de l'oeuf, la fécondat. et la div. cell., p. 403. Arch. d. Biol., Vol. IV, 1883.

2) Archiv f. mikr. Anatomie, Bd. XXIII, S. 170.

3) Neue Untersuchungen über den Befruchtungsvorgang, 1884, S. 16, 82; Ueber Kern und Zellteilung, 1888, S. 232.

4) Etudes sur les phénomènes morph. de la fécondation. Bull. de la société botanique de France, T. XXXVI, 1889, p. CVI u. a. a. O.

Guignard und ich stellten fest, dass die für die generativen Kerne der angiospermen Phanerogamen giltige Zahl der Chromosomen in den Pollenmutterzellen einerseits, in den Embryosackmutterzellen andrerseits fixiert wird[1]). Die Untersuchungen der Zoologen lehrten weiter, dass diese Fixierung im Tierreich in den Samenmutterzellen und den Eimutterzellen vor sich geht. Bei Lilien hat sich im besonderen Guignard[2]) bemüht, alle Vorgänge während der Aenderung der Chromosomenzahl in den Antherenfächern und den Samenanlagen auf das Genaueste zu erforschen. Diese Aenderung erfolgt ganz unvermittelt, sowohl in den Pollenmutterzellen als auch in der Embryosackmutterzelle, und zwar in der Weise, dass sich aus dem Kern, zur Zeit der Prophasen, die Chromosomen in der entsprechend reduzierten Zahl sofort heraussondern. Alle vorangehenden Kernteilungen haben in der Antheren- und Samenanlage von *Lilium*, mit annähernder Konstanz, 24 Chromosomen aufzuweisen; das Gerüst des ruhenden Kerns der Pollenmutterzelle und der Embroysackmutterzelle geht somit aus 24 Chromosomen hervor; nichts destoweniger gibt es in der nächsten Prophase konstant nur 12 Chromosomen den Ursprung. Bei dieser Aenderung nimmt der Kern weder an Größe noch an Masse ab; umgekehrt, er zeichnet sich durch seine Größe und seinen Chromatinreichtum aus. Ich stellte die Embryosackanlage von *Lilium* als Embryosackmutterzelle den Pollenmutterzellen gegenüber, doch ist es nötig, dass ich dazu bemerke, dass bei *Lilium*, sowie auch bei *Tulipa*, *Fritillaria*, die Embryosackanlage direkt zum Embryosack wird, ohne jene Teilungen durchzumachen, welche in anderen Fällen solche Anlagen als Mutterzellen kennzeichnen. Da ließe es sich zunächst noch annehmen, dass die Reduktion der Chromosomenzahl in dem weiblichen Kerne erst im jungen Embryosack, nicht schon in der Embryosackmutterzelle stattfände. Daher muss ich gleich hinzufügen, dass es mir auch gelungen ist[3]), bei *Allium* und *Helleborus* die Reduktion der Chromosomen auf 8, bezw. auf 12, in der Embryosackanlage vor ihren, sie als Mutterzellen deutlich kennzeichnenden Teilungen, festzustellen. Die Embryosackanlage von *Lilium*, in welcher die Reduktion der Chromosomenzahl vor sich geht, muss danach unzweifelhaft als Embryosackmutterzelle gelten, in ihr hat sich aber eine ent-

1) Strasburger, Ueber Kern- und Zellteilung, 1888, S. 51 u. 240 ff: Guignard, Etudes sur les phénomènes morph. de la fécondation. Bull. de la soc. bot. de France, T. XXXVI, 1889, p. CV ff. und Nouvelles études sur la fécondation. Ann. d. sc. nat. Bot., 7. sér., T. XIV, 1891, p. 246 ff.; vergl. auch: Overton, Beiträge zur Kenntnis der Geschlechtsprodukte bei *Lilium Martagon*; Festschrift für Kölliker und Nägeli, 1891.

2) Nouvelles études sur la fécond. Ann. d. sc. nat. Bot., 7. sér., T. XIV, 1891, p. 173, 182.

3) Ueber Kern- und Zellteilung, S. 243.

sprechende Verkürzung der Entwicklungsvorgänge vollzogen. Die Teilungsschritte der Embryosackmutterzelle liefern übrigens auch, wo sie noch, wie bei *Allium*, *Helleborus* und den meisten andern Fällen erfolgen, außer dem Embryosack nur reduzierte Zellen, die alsbald nach der Anlage wieder verdrängt und resorbiert werden. — Während bei Pflanzen eine Reduktion der Chromosomenzahl sich unmittelbar in den Kernen der Pollen- und Embryosackmutterzelle in einwandfreier Weise feststellen lässt, scheint es umgekehrt, als wenn in den Samenmutterzellen und Eimutterzellen der Metazoen zunächst eine Verdopplung der Chromosomenzahl erfolge. Diese Zunahme der Chromosomenzahl ist aber nur eine scheinbare, denn sie beruht nur auf einer doppelten Längsspaltung der Chromosomen [1]), durch welche die Teilungsprodukte derselben gleich für die beiden Teilungsschritte, welche die Geschlechtsprodukte liefern sollen, vorbereitet werden [2]). Es liegt in diesem Spaltungsvorgang somit nur eine Verkürzung der Kernteilungen vor, die Zusammenziehung der in zwei aufeinanderfolgenden Teilungsschritten sich sonst vollziehenden Spaltungsvorgänge der Chromosomen auf einen einzigen. Die Reduktion der Chromosomenzahl auf die Hälfte kommt in solcher Weise erst in den Geschlechtsprodukten zur unmittelbaren Anschauung, thatsächlich ist sie aber schon in deren Mutterzellen erfolgt.

Wie ist nun aber diese Reduktion der Chromosomenzahl in den Geschlechtsprodukten zu deuten? Ihr physiologischer Nutzeffekt lässt sich ja leicht begreifen, denn er bewirkt es, dass die Chromosomenzahl nicht in jeder folgenden Generation sich verdoppelt, außerdem, dass beide Eltern mit einer gleichen Zahl von Chromosomen in dem Kinde vertreten sind, ihre Substanz-Elemente somit in gleichem Maße auf die Nachkommen übertragen. Die morphologische Ursache der Reduktion und der Gleichheit der Chromosomenzahl in den Geschlechtszellen bei derselben Art, ist hingegen meiner Ansicht nach, eine phylogenetische. Ich betrachte dieselbe als ein Zurückgehen auf die ursprüngliche Generation, aus der ja erst, nachdem sie geschlechtliche Differenzierung erlangte, die Produkte mit doppelter Chromosomenzahl hervor-

1) Die umfangreiche Litteratur zu diesem kontroversen Gegenstand habe ich in „Schwärmsporen, Gameten, pflanzliche Spermatozoiden und das Wesen der Befruchtung“ S. 151 zusammengestellt.

2) Da die Samenmutterzellen und Eimutterzellen der Metazoen durch zwei Teilungsschritte die Geschlechtsprodukte liefern, so sind sie streng genommen deren Großmutterzellen. So, oder auch Spermatocyten I. Ordnung, möchte sie daher Boveri (Befruchtung, Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte, herausgeg. von Merkel und Bonnet, 1892, S. 445, 451) nennen, wenn ich trotzdem hier und später, wie O. Hertwig, die Bezeichnung „Mutterzellen“ anwende, so geschieht es, weil mir auch in der Botanik diese Bezeichnungsweise geläufig ist und wir thatsächlich schon von jeher die Großmutterzellen der Sporen und Pollenkörner Mutterzellen nennen.

gingen. Nicht also um einen nachträglich ausgebildeten Reduktionsvorgang handelt es sich bei der Verminderung der Chromosomenzahl auf die Hälfte, vielmehr um die Wiederherstellung der ursprünglichen Chromosomenzahl, wie sie den Kernen jener Organismen zukam, die sich geschlechtlich erst differenziert haben.

Von diesem Gesichtspunkt aus wird manches leichter verständlich: so das unmittelbare, plötzliche Eintreten der Reduktion; der Entwicklungszustand auf dem sie erfolgt; der verschiedene Abstand, der sie vom Geschlechtsakt in der Ontogenie trennt.

Die in den Pollenmutterzellen der Angiospermen festgesetzte Zahl der Chromosomen wird bis zur Ausbildung des Spermakerns eingehalten. Vier Teilungsschritte sind es, innerhalb welcher die Entwicklung sich hier vollzieht: zwei Teilungen in den Pollenmutterzellen, welche die vier Pollenkörner liefern, dann die Teilung im Pollenkorn durch welche dasselbe in eine generative und eine vegetative Zelle zerlegt wird, endlich als vierte Teilung die Verdopplung des generativen Kerns und seiner Zelle im Innern des Pollenschlauchs. Die in der Embryosackmutterzelle der Angiospermen festgesetzte Chromosomenzahl hält durch eine je nach den Arten verschiedene Zahl von Teilungsschritten an, bevor sie im Ei ihre generativ-funktionelle Bedeutung erlangt. Im Allgemeinen teilt sich die Embryosackmutterzelle zunächst zwei Mal, worauf erst die untere der so erzeugten Enkelzellen zum Embryosack auswächst. In letzterem folgen drei Teilungsschritte aufeinander, bis dass der Eikern erzeugt wird. Fünf Teilungsschritte, und nicht vier wie bei Anlage der Spermakerne, pflegen hier somit die Reduktion und Fixierung der Chromosomenzahl von der Bildung des zu befruchtenden Eikerns zu trennen und dass es auf die Zahl dieser Teilungsschritte nicht ankommt, zeigen jene Pflanzen, bei welchen die Zahl dieser Teilungsschritte in den Embryosackmutterzellen eine andere ist, beispielsweise *Lilium*, *Tulipa*, wo sie nur drei, *Ornithogalum*-, *Commelyna*-, *Agraphis*-Arten, wo sie vier beträgt. In noch anderen Fällen wächst diese Zahl über fünf an, so im besonderen bei *Rosa livida* [1]), wo jedoch der Augenblick der Reduktion erst noch festzustellen ist, womit ja erst erwiesen wäre, welche Zelle wirklich als die Embryosackmutterzelle gelten darf. — Nach dieser Erörterung wird es wohl nicht mehr auffällig erscheinen, dass unter Umständen auch in Pollenschläuchen, so denjenigen von *Scilla*, *Ornithogalum*, die Teilung des Spermakerns sich über das gewohnte Maß hinaus wiederholen kann [2]). Thatsächlich werden da häufig vier Spermakerne statt zwei erzeugt. — Man hat sich demgemäß auch vergeblich

1) Vergl. Strasburger, Angiospermen und Gymnospermen, 1879, S. 14, Tafel IV.

2) Strasburger, Neue Untersuchungen über den Befruchtungsvorgang bei den Phanerogamen, 1884, S. 17.

bemüht, eine Homologisierung zwischen den einzelnen Teilungsschritten, welche in den Pollenmutterzellen zur Bildung des Spermakerns und in den Embryosackmutterzellen zur Bildung des Eikerns führen, aufzufinden. Der ganze Vorgang tritt in ein neues Licht, sobald wir von der Vorstellung ausgehen, es sei in den Sporenmutterzellen höherer Pflanzen, sowie den Samen- und Eimutterzellen der Metazoen, jene Zahl gegeben, welche den Vorfahren, vor Ausbildung der geschlechtlich erzeugten Generation, allein zukam.

In den als Beispiel zunächst herangezogenen Pollen- und Embryosackmutterzellen der Angiospermen ist somit die Reduktion der Chromosomenzahl nicht als eine Vorbereitung zum Geschlechtsakt aufzufassen, sie bedeutet vielmehr nur den Beginn der neuen Generation, die mit der ursprünglichen Zahl von Chromosomen anhebt. — Diese ursprüngliche Generation musste aber eine starke Reduktion erfahren, bevor sie zu jener beschränkten Ontogenie gelangte, die sie uns bei den Angiospermen jetzt aufweist. Zugleich bildete sich ein geschlechtlicher Dimorphismus in ihr aus, indem sie sich in zwei parallelläufige Entwicklungsreihen, eine männliche und eine weibliche, spaltete. Der Weg, den jene Reduktion durchschritt, so wie die Ausbildung des geschlechtlichen Dimorphismus auf demselben, lässt sich nach rückwärts mit einiger Sicherheit verfolgen.

Dass auch bei Gymnospermen die Kerne der Pollenmutterzellen und der Embryosäcke nur die halbe Zahl der Chromosomen, im Verhältnis zu der aus dem befruchteten Ei sich entwickelnden Pflanzen führen, hat Overton zuerst hervorgehoben. Derselbe war überhaupt schon auf Grund seiner Beobachtungen an *Lilium* zur richtigen Fragestellung gelangt, „ob nicht vielleicht auch bei den höheren Kryptogamen (Gefäßkryptogamen und Moosen) die Reduktion in denjenigen Zellen stattfinde, welche mit den Pollenmutterzellen und den Mutterzellen der Embryosäcke morphologisch gleichwertig sind, mit anderen Worten, ob die Reduktion nicht in den Sporenmutterzellen — also bei dem Wechsel der Generationen stattfinde“ [1]). — In den Pollenmutterzellen von *Ceratozamia* zählte Guignard [2]) 8 Chromosomen und stellte fest, dass diese Zahl in den folgenden Teilungsschritten festgehalten wird. Overton fand die nämliche Zahl von Chromosomen in den jungen Endospermzellen des Embryosacks [3]). Guignard konstatierte bei *Ceratozamia*, ich selbst bei zahlreichen Coniferen, dass alle Tei-

1) Ueber die Reduktion der Chromosomen in den Kernen der Pflanzen. Vierteljahrschrift der naturforsch. Gesellschaft in Zürich, Bd. XXXVIII, 1893. Zuvor schon in den Berichten der Schweizer bot. Gesellschaft, Heft III, 1893 (unter: Jahresbericht der Züricher bot. Gesellschaft, 1891—1892, Sitzung vom 21. Jan. 1892) und Ann. of Botany, Vol. VII, Nr. XXV, March 1893).

2) Journal de Botanique, Bd. III, 1889, p. 232.

3) Ueber die Reduktion der Chromosomen etc.

lungsvorgänge in den Pollenmutterzellen und Pollenkörnern mit Längsspaltung der Segmente verbunden sind[1]). Ich hob gleichzeitig die Uebereinstimmung der Zahl der Chromosomen in den Pollenkörnern und Eiern der Coniferen hervor. Dass auch bei Gymnospermen[2]) die Chromosomenzahl schon in der Embryosackmutterzelle fixiert werde, stellte ich dort als wahrscheinlich auf. Letzterer Nachweis ist noch zu liefern, da auch Henry H. Dixon in einer, im Bonner bot. Institut im Frühjahr 1893 ausgeführten Arbeit, zunächst sich darauf beschränken musste, die Reduktion der Chromosomenzahl auf die Hälfte in dem Endospermgewebe von *Pinus silvestris* zu konstatieren[3]). Dass bei den Gymnospermen die Reduktion der Chromosomenzahl aber in der Embryosackmutterzelle, ebenso wie in der Pollenmutterzelle, erfolgt, ist kaum noch zu bezweifeln. Will man sich übrigens nur an das halten, was bereits sicher gestellt ist, d. h. an den Nachweis der Reduktion der Chromosomenzahl in der Endospermanlage lange vor Beginn der Archegonien-Bildung, so zeigt auch dieser schon, dass die Zahl der Teilungsschritte, welche die Kerne mit reduzierter Chromosomenzahl in den männlichen und weiblichen Parallelgenerationen der Gymnospermen zurückzulegen haben, eine durchaus verschiedene ist und sich aus ihr somit durchaus keine Anknüpfungspunkte zum Vergleich der einzelnen Teilungsschritte ergeben. Bei *Biota orientalis* trennen beispielsweise nur fünf Kernteilungen die Pollenmutterzelle von der Bildung der Spermakerne: Die Pollenmutterzelle teilt sich zwei Mal, die erzeugten Pollenkörner nur ein Mal, um in die kleinere generative und die größere vegetative Zelle zu zerfallen; die generative Zelle führt noch einen Teilungsschritt aus, und die vordere ihrer beiden Zellen bildet schließlich durch nochmalige Teilung im Pollenschlauch die beiden generativen, zu der befruchtenden Thätigkeit befähigten Zellen[4]). — Man vergegenwärtige sich dagegen die zahlreichen freien Kernteilungen, die im Embryosack eines Lebensbaumes erfolgen, bevor es zur Gewebebildung in demselben kommt und zähle dann auch noch alle die Zellteilungen hinzu, welche den Beginn der Gewebebildung von der Fertigstellung des Archegoniums trennen. Dixon[5]) fand bei *Pinus silvestris* nur 8 Chromosomen in den Kernen der Endospermanlage, so auch im Ei während der Kanalzellbildung; ich hatte hingegen 12 Chromosomen für die Pollenkörner derselben

1) Guignard l. c. Strasburger, Ueber das Verhalten des Pollens und die Befruchtungsvorgänge bei den Gymnospermen, 1892, S. 34.

2) l. c. S. 35.

3) Fertilisation of *Pinus silvestris*. Ann. of Botany, Vol. VIII, Nr XXIX. p. 21, 1894.

4) Strasburger, Ueber das Verhalten des Pollen etc. bei den Gymnospermen, S. 19.

5) l. c. S. 29 ff.

Pflanze früher angegeben [1]). Nach wiederholter, in diesem Frühjahr vorgenommener Untersuchung darf ich annehmen, dass auch die Pollenmutterzellen und Pollenkörner von *Pinus silvestris* nur 8 Chromosomen führen. Die Zählungen der Chromosomen sind in diesem Falle sehr schwer vorzunehmen und meist unsicher, weil der Bereich der einzelnen Chromosomen sich nicht scharf abgrenzen lässt, außerdem die chromatischen Glieder in den zur Teilung sich anschickenden Chromosomen stark gegen einander abgesetzt sind, daher oft den Eindruck selbständiger Chromosomen machen. Die Kerne im Nucellus und in den Integumenten derselben *Pinus*-Art fand Dixon mit 16 Chromosomen versehen und meine älteren Präparate zeigen mir deutlich, dass die sich teilenden Kerne der Embryonalanlage im unteren Ende (dem morphologischen Scheitel) des Eies von *Pinus silvestris*, deutlich mehr als 8 Chromosomen, wohl deren 16, führen. Sie stimmen, was ihre Zahl anbetrifft, mit den Bildern überein, die ich 1880 für *Picea vulgaris* veröffentlicht habe [2]).

Overton [3]) hebt bereits hervor, dass die Vorgänge, die in den Sporenmutterzellen der Gefäßkryptogamen und Moose sich abspielen, so sehr an die Vorgänge erinnern, bei welchen die Reduktion der Chromosomenzahl in den Pollenmutterzellen sich vollzieht, dass sie wohl dieselbe Bedeutung haben dürften. Der direkte Nachweis der Chromosomenzahl stoße aber bei den Muscineen, wegen der sehr geringen Größe der Kerne, bei Gefäßkryptogamen, wegen der großen Chromosomenzahl auf Schwierigkeiten. — Was nun die Gefäßkryptogamen zunächst anbetrifft, so ist in der That die Chromosomenzahl in denselben in manchen Fällen bedeutend, doch in anderen nicht größer als bei Phanerogamen, und gibt *Osmunda regalis* beispielsweise ein Objekt ab, an welchem sich die Zählungen leicht ausführen lassen. Ich konstatierte in den Sporenmutterzellen von *O. regalis* 12 Chromosomen. Die Differenzierung derselben aus dem Ruhezustande des Sporenmutterkerns erfolgt ebenso unvermittelt und unter ganz denselben Erscheinungen wie in den Pollenmutterzellen der Phanerogamen. Sie wird in den beiden folgenden Teilungen, welche die vier Sporen liefern, wie ebenfalls leicht abzuzählen ist, festgehalten. Hingegen führen die Kerne der Sporangienanlagen, vor der Differenzierung der Sporenmutterzellen, eine größere Zahl von Chromosomen, die im Allgemeinen das Doppelte beträgt, oder sich annähernd auf das Doppelte abschätzen lässt. Diese höhere Zahl verbleibt nach Differenzierung der Sporenmutterzellen den außerhalb derselben gelegenen Geweben des Sporangiums. Das lehrt schon der Vergleich der Figuren von J. Ellis

1) Ueber das Verhalten des Pollens und die Befruchtungsvorgänge bei den Gymnospermen, S. 34.

2) Zellbildung und Zellteilung, 3. Aufl., Taf. III, Fig. 158.

3) l. c. Sonder-Abzug, S. 12.

Humphrey[1]) der im vorigen Winter im hiesigen botanischen Institut die Kerne von *Osmunda* auf das Verhalten der Centrosomen und Nukleolen hin untersuchte. So zeigt die Fig. 11 (l. c.) von Humphrey eine Mutterzelle von *Osmunda regalis* in erster, die Fig. 12 in zweiter Teilung, während die Fig. 10 gleichzeitig die Teilung einer Tapetenmutterzelle vorführt. Prothallien-Anlagen von *Osmunda regalis*, die sich in großer Menge aus Sporen, welche ich in entsprechender Nährstofflösung aussäete, entwickelten, zeigten mir in allen Teilungszuständen 12 Chromosomen, also ebensoviel, wie die Sporenmutterzellen. In den Prothallien-Anlagen muss man freilich mit Geduld nach Kernteilungen suchen, denn, soweit meine Erfahrungen reichen, wird keine bestimmte Tageszeit für diesen Vorgang bevorzugt. Man findet Teilungszustände daher stets nur vereinzelt vor. Auch meine Versuche, durch niedere Temperaturen die Teilungsvorgänge aufzuhalten, damit sie alsdann in gesteigertem Maße sich einstellen, blieben erfolglos. Einflüsse, die sich seinerzeit bei *Spirogyra* bewährt hatten, übten hier somit keine merkliche Wirkung aus. Es blieb mir also nur übrig, das zu verschiedenen Tageszeiten in großen Mengen durch Einlegen in Alkohol fixierte und entsprechend tingierte Material auf Teilungsstadien durchzusuchen. Ich habe die Zählungen bis zur Anlage der Antheridien und Spermatozoiden verfolgt und annähernd stets die gleiche Chromosomenzahl gefunden. Es stellten sich auch bei Anlage der Geschlechtsprodukte keinerlei Vorgänge ein, welche eine nochmalige Sicherstellung oder gar Reduktion der Chromosomenzahl hätten bewirken können — sie wären ja auch thatsächlich überflüssig gewesen, da die den Geschlechtsprodukten zukommende Chromosomenzahl, von den Sporenmutterzellen an, dauernd innerhalb der ganzen Generation festgehalten wird. So steht es denn für *Osmunda regalis* und damit wohl überhaupt für die Farne fest, dass deren geschlechtliche Generation nur halb so viel Chromosomen in den Kernen wie die ungeschlechtliche führt. Dass die geschlechtliche Generation der Farne die ältere ist, lässt sich schlechterdings nicht in Zweifel ziehen. Die zweite entstand erst nach Erlangung der geschlechtlichen Differenzierung durch die erstere, aus dem Befruchtungsprodukt, durch fortschreitende phylogenetische Ausgestaltung desselben: daher die doppelte Chromosomenzahl in den Kernen der zweiten Generation.

Bei Muscineen sind entsprechende Zählungen neuerdings von J. Bretland Farmer vorgenommen worden[2]). Er fand bei *Pallavicinia decipiens*, einem Lebermoose aus den Höhenregionen von Ceylon, in den sich teilenden Kernen der geschlechtlichen Generation vier Chromosomen; in der ungeschlechtlichen, aus dem befruchteten Ei her-

1) Berichte der deutsch. bot. Gesellsch., 1894, Heft 5, Taf. VI.

2) Studies in Hepaticae. On *Pallavicinia decipiens* Mitten. Ann. of Bot., Vol. VIII, Nr. XXIX, March 1894, p. 44.

vorgegangenen Generation, dem Sporogon, rechnete er acht Chromosomen. Weiter stellte er auch fest, dass die Sporenmutterzellen wieder nur vier Chromosomen ausbilden, somit eine Reduktion der Chromosomenzahl auf die Hälfte sich in denselben vollzieht. Die Sporenmutterzellen nehmen vor der Teilung bedeutend an Größe zu, wobei vier kugelige Ausstülpungen in tetraedrischer Anordnung sich aus denselben hervorwölben. Zwischen diesen Ausstülpungen wachsen gleichzeitig Scheidewände gegen die Mitte des gemeinsamen Zellraums vor. Hierauf bildet sich um den Kern eine vierseitige Spindel, deren Pole nach den vier Ausstülpungen gerichtet sind. In dem Kern der Sporenmutterzelle differenzieren sich alsdann die vier Chromosomen; sie erfahren, wie Farmer glaubt sicher behaupten zu können, eine zweimalige Spaltung, worauf je vier Enkelchromosomen in jede Sporenanlage wandern. Schließlich werden die Scheidewände ausgebildet, welche die vier Sporen von einander trennen. — Dieselben Vorgänge sollen sich in den Sporenmutterzellen der *Aneura* abspielen. Photographische Aufnahmen der Präparate, welche ich der Güte des Verfassers verdanke, so wie seine Präparate, die ich zu sehen Gelegenheit hatte, sprechen für die Richtigkeit der von ihm gemachten Angaben.

Es könnte müßig erscheinen, hier weitere Spekulationen darüber anzustellen, wie sich das Zahlenverhältnis der Chromosomen bei den niederen Kryptogamen, den Algen und Pilzen, gestalten wird. Immerhin möchte ich die entsprechende Aufgabe, wie sie sich für die Untersuchung dieser Organismen jetzt ergibt, bereits formulieren und so deren Inangriffnahme vielleicht anregen. — Thatsächlich sind Zählungen der Chromosomen in sich teilenden Kernen bei den niederen Kryptogamen noch kaum vorgenommen worden, zum Teil der großen Schwierigkeiten wegen, welche dieser Zählung dort entgegenstehen, zum Teil aber weil die Wichtigkeit solcher Zählungen noch nicht erkannt war. Man könnte vor allem fragen, ob bei den niederen Kryptogamen, denen der heterogene Generationswechsel, mit Abwechselung nicht homologer geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Generationen, abgeht, die Zahl der Chromosomen in den Kernen überhaupt fixiert ist, und wenn dies der Fall, ob und wann eine Reduktion der durch Befruchtung verdoppelten Chromosomenzahl sich dort einstellt. — Was zunächst die Frage betrifft, ob eine fixierte Chromosomenzahl auch den Algen und Pilzen zukommt, so neige ich dazu, diese Frage im positiven Sinn bereits zu beantworten. Denn ich konnte schon vor längerer Zeit[1]) eine konstante Zahl von Chromosomen, und zwar die Zwölfzahl, in den Kernplatten von *Spirogyra polytaeniata* feststellen, welche Zahl auch von J. W. Moll[2]) für *Spirogyra crassa* konstatiert

1) Ueber Kern- und Zellteilung, 1888, S. 11.

2) Observations on karyokinesis in *Spirogyra*. Verh. d. kon. Akad. van Wet. te Amsterdam, Tweede Sectie, Deel I, Nr. 9, 1893, p. 29.

wurde. Marcus M. Hartog teilte mir brieflich mit[1]), dass den Saprolegnien eine Vierzahl von Chromosomen in den Kernen zukomme; endlich bin ich einer Konstanz der Chromosomenzahl in den Kernen von *Trichia fallax*, also einem Organismus der niedersten Art, fast sicher. Ich glaube, dass den Kernen von *Trichia fallax* 12 Chromosomen zukommen. Diese Zählung nahm ich an meinen älteren Präparaten vor, die mir zahlreiche Kernteilungen in jungen Sporangienanlagen zeigen. Die Kerne von *Trichia fallax* sind freilich so klein, dass volle Sicherheit der Zählung nicht zu erreichen ist; unter allen Umständen kann man sich aber des Eindrucks einer großen Uebereinstimmung unter den Teilungsbildern[2]) nicht erwehren. Reicht aber die Konstanz der Chromosomenzahl bis zu den Myxomyceten hinab, dann könnte ihr wohl allgemeine Geltung zukommen, dann wäre aber auch bei den geschlechtlich differenzierten niederen Kryptogamen ein Reduktionsvorgang der Chromosomenzahl auf einen bestimmten Entwicklungszustand wahrscheinlich. Dass dieser Reduktionsvorgang bei Anlage der Geschlechtsprodukte erfolgen sollte, dazu liegen in dem Beobachtungsmaterial keinerlei Anknüpfungspunkte vor; auch spricht dagegen das Verhalten der höheren Kryptogamen. Die Reduktion müsste also wohl gleich bei der Keimung des Befruchtungs-Produktes erfolgen. Denn wenn aus dem Befruchtungsprodukt sich unmittelbar wieder die erste ursprüngliche Generation entwickelt, stellt ja dieses Befruchtungsprodukt, die Zygote, den Anfang und das Ende jener Entwicklungsphase vor, welche bei Muscineen, Gefäßkryptogamen und Phanerogamen die ungeschlechtliche Generation zwischen Befruchtung und Sporenmutterzellbildung einschaltet. Hingegen könnte wohl, aus später zu erörternden Gründen, bei *Oedogonium*, *Coleochaete*, den *Florideen*, die den Beginn eines heterogenen Generationswechsels zeigen, die Reduktion der Chromosomenzahl sich erst bei Anlage der Sporen, beziehungsweise bei deren Keimung, vollziehen.

Es ist zweifellos von größtem Belang, dass die generativen Kerne mit übereinstimmender und konstanter Zahl von Chromosomen zur Vereinigung kommen, weil hierdurch der gleiche Einfluss der Eltern im Befruchtungsakt gewährleistet wird. In der Befruchtung liegt aber für alle höher organisierten Wesen der Schwerpunkt der Erhaltung und Fortbildung der Species. Andrerseits sind aber doch in den somatischen Zellen der Pflanze, sowohl denjenigen der geschlechtlichen wie der ungeschlechtlichen Generation, Schwankungen in der Chromosomenzahl der Kerne öfters festzustellen. So weit meine Erfahrungen reichen, handelt es sich aber stets, bei veränderter Chromosomenzahl, um Kerne von Zellen, die sich nicht mehr in dem indifferenten embryo-

1) Am 30. August dieses Jahres.

2) Zur Entwicklungsgeschichte der Sporangien von *Trichia fallax*. Bot. Zeitung, 1884, Taf. III, Fig. 6.

nalen Zustande der Keimanlage oder der Vegetationspunkte befinden, die vielmehr in eine bestimmte Entwicklungsrichtung schon eingetreten sind und die im gewohnten Verlauf der weiteren Ausbildung nicht mehr die Bestimmung haben, die Anlage von Geschlechtsprodukten einzuleiten. Vielfach fielen Guignard und mir die Schwankungen der Chromosomenzahl innerhalb des Nucellar- und Integumentgewebes der Samen-Anlagen auf. So auch fand Guignard[1]) bei *Lilium*-Arten, dass der untere Embryosackkern, der zur Anlage von Antipoden-Zellen verwandt wird, nicht zwölf Chromosomen wie der obere, den Eiapparat bildende Kern, vielmehr häufig 16, 20, ja selbst 24 Chromosomen bei Eintritt in die Prophase ausbildet. Der sekundäre Embryosackkern, der durch seine Teilung die Bildung des Nährgewebes im Embryosack der Angiospermen einleitet, geht aus der Verschmelzung von zwei Kernen, des oberen und des unteren Polkerns, hervor, muss daher so viel Chromosomen wie beide zusammen besitzen. Daher man in den Endospermkernen von *Lilium* zum mindesten 24, meist aber mehr als 24 Chromosomen antrifft, ungeachtet diese Kerne jener Generation angehören, der typisch nur 12 Chromosomen zukommen. — Schon vor längerer Zeit habe ich außerdem die häufigen Verschmelzungen beschrieben, die nachträglich noch im Endosperm der Angiospermen sich einstellen, wenn bei der Abgrenzung der Zellräume im protoplasmatischen Wandbeleg des Embryosacks mehrerer Kerne in einzelnen Zellräumen zu liegen kommen[2]). — Bei den Gymnospermen wird, wie zum mindesten Henry H. Dixon für *Pinus silvestris* feststellen konnte, die fixierte Chromosomenzahl in den Prothalliumkernen des Embryosackes festgehalten bis zur Anlage der Archegonien. Sind diese aber abgegrenzt, so kann in den übrigen Prothalliumzellen, und zwar jetzt ohne alle Gefahr für die generativen Vorgänge, die fixierte Zahl der Chromosomen sich verändern und sie steigt in den großen Kernen der Wandzellen der Archegonien bis über das doppelte[3]).

Das Angeführte zeigt hinlänglich, dass der fixierten Zahl der Chromosomen gegenüber, auch Aenderungen in der Chromosomenzahl möglich sind. Solche Aenderungen werden für das Tierreich ebenfalls angegeben, doch lasse ich sie unberührt, da ich ihre Tragweite dort nicht zu beurteilen vermag[4]). Unter den dem Pflanzenreiche entlehnten Beispielen dürfte das von Guignard[5]) so eingehend studierte Verhalten des unteren Embryosackkerns der Lilien besonders lehrreich erscheinen. Dieser Kern geht aus 12 Chromosomen hervor, um meist

1) Nouvelles études, p. 187.

2) Vergl. im Besonderen: Zellbildung und Zellteilung, 3. Aufl., 1880, S. 25.

3) l. c. S. 32.

4) Vergl. hiezu besonders: Valentin Haecker, Ueber generative und embryonale Mitosen etc. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 43, S. 773, 1894.

5) l. c. S. 18.

eine größere Zahl derselben in der nächsten Prophase aufzuweisen. Man könnte darnach zu der Vorstellung neigen, auch die Reduktion der Chromosomenzahl, wie sie in den Sporenmutterzellen der Pflanzen, den Samen- und Eimutterzellen der Tiere sich einstellt, brauche keiner phylogenetischen Erklärung; die Annahme eines Zurückgehens auf einen früheren Zustand sei überflüssig, da ja eine Aenderung der Chromosomenzahl auch sonst möglich sei. Da liegen die Verhältnisse aber doch wesentlich anders. Die Aenderung der Chromosomenzahl in den Kernen zu Beginn der geschlechtlichen Generation im heterogenen Generationswechsel ist noch an andre Vorgänge geknüpft, die sich uns im veränderten Aussehen der betreffenden Mutterkerne zu erkennen geben. Es handelt sich dabei offenbar um einen tief in das Wesen dieser Kerne eingreifenden Vorgang, dessen Ergebnis demgemäß auch konstante Chromosomenzahlen liefert, nicht zufällige, wie sie uns bei den Zahlenänderungen in beliebigen Gewebekernen entgegentreten. Eine Veränderung letzterer Kerne im Aussehen ist auch nicht festzustellen, vielmehr oft nur eine Größenzunahme, welche auf begünstigte Ernährung schließen lässt. So wächst der untere Embryosackkern von *Lilium* zu einem wesentlich größeren Volumen als der obere Embryosackkern an, bevor er in die Prophasen der Teilung tritt. — Bestimmte Ursachen könnten dahin wirken, dass auch bei apogamischen Farnen die aus dem Prothallium hervorsprossende ungeschlechtliche Generation die ihr zukommende Chromosomenzahl erlange[1]). Ob die Chromosomenzahl in den Kernen solcher Sprossungen überhaupt zunimmt, muss freilich erst durch entsprechende Untersuchungen festgestellt werden. In den Adventivkeimen die bei verschiedenen Angiospermen aus dem Nucellargewebe in den Embryosack hineinsprossen[2]), ist die richtige Chromosomenzahl in den Kernen unmittelbar gegeben; Aenderungen brauchen somit nicht zu erfolgen. Endlich müsste bei den aposporen Farnen, welche Prothallien an Stelle von Sporangien an der ungeschlechtlichen Pflanze ausbilden, eine Reduktion der Chromosomenzahl erfolgen, da ja die ungeschlechtliche Generation der Farne doppelt so viel Chromosomen in ihren Kernen als die geschlechtliche führt. Dasselbe wäre in den Sprossungen zu erwarten, die sich aus den Sporogonien verschiedener Laubmoose gewinnen lassen und Individuen der geschlechtlichen Generation den Ursprung geben. Pringsheim[3]) und Stahl haben solche Sprossungen erzielt. Pringsheim aus den zerschnittenen Sporogonstielen[4]) von *Hypnum*- und *Bryum*-

1) Vergl. hierzu auch Overton l. c., Sonder-Abzug, S. 14, 15.

2) Vergl. Strasburger, Ueber Polyembryonie. Jen. Zeitschr. f. Naturwissensch., XII. Bd., Neue Folge V. Bd., 1878, S. 647.

3) F. O. Bower, On Apospory and allied Phenomena. Transact. of the Linn. Soc. Ser. Bot., Vol. II, Part 14, 1887, p. 301.

4) Ueber vegetative Sprossung der Moosfrüchte. Monatsber. d. Berl. Akad. d. Wiss., 10. Juni 1876.

Arten, Stahl bei *Ceratodon purpureus* und zwar nicht nur aus Zellen der Seta, sondern auch der Kapselwand [1]). In allen solchen Fällen könnten korrelative Einflüsse vielleicht dahin wirken, dass die Chromosomen in den Kernen auf die der betreffenden Generation zukommende Zahl gebracht werden. Ein ähnlicher Einfluss könnte sich auch bei parthenogenetischer Entwicklung geltend machen. Bei solchen Eiern der Metazoen die nach Abgrenzung nur eines Richtungskörpers in parthenogenetische Entwicklung eintreten, würde die richtige Chromosomenzahl im Eikern gegeben sein, da ja eine Doppelspaltung der Chromosomen der Teilung des Kerns der Eimutterzelle bei Metazoen vorausgeht. Wo ein zweiter Richtungskörper angelegt wird, sein Kern aber wieder mit dem Eikern verschmilzt, wie das in bestimmten Fällen beobachtet wurde, tritt das parthenogenetische Ei ebenfalls mit richtiger Chromosomenzahl in die Entwicklung ein. Nach Bildung von zwei Richtungskörpern hingegen hebt die parthenogenetische Entwicklung mit der halben Zahl von Chromosomen an [2]). Es wird auch hier erst Aufgabe der späteren Forschung sein, festzustellen, ob im letzten Falle die Chromosomen sich vermehren, ob dies allmählich oder plötzlich und auf welchem Entwicklungszustand dies geschieht.

Die behandelten Vorgänge regen aber von Neuem die Frage an, wie es sich überhaupt mit der Selbständigkeit der Chromosomen in den aufeinander folgenden Kerngenerationen verhalte. Für das Pflanzenreich kann es jetzt als ausgemacht gelten, dass im ruhenden Kern die Chromosomen keine freien Enden besitzen. Guignard [3]), dessen Angaben durchaus zutreffend sind [4]), fand in allen näher untersuchten Kernen nur einen einzigen Faden zu Beginn der Prophase. Dieser Faden zerfällt dann in eine bestimmte Anzahl von Chromosomen und zwar nicht durch succedane, sondern durch simultane Teilung. Daher vielfach auch solche Chromosomenzahlen, beispielsweise 12, vorkommen, die nicht aus gleichartiger Zweiteilung hervorgehen könnten. Ungeachtet dessen aber, dass dem ruhenden Kern ein kontinuierliches Fadengerüst zukommt, muss angenommen werden, dass die Chromosomen ihre physiologische Individualität im ruhenden Kern nicht einbüßen. Denn sonst wäre es unbegreiflich, dass so allgemein sich dieselbe

1) Ueber künstlich hervorgerufene Protonemabildung an dem Sporogonium der Laubmoose. Bot. Zeitg., 1876, S. 692, 694.

2) Vergl. hierzu Boveri, Zellen-Studien, Heft 3, Ueber das Verhalten der chromatischen Kernsubstanz bei der Bildung der Richtungskörper und bei der Befruchtung, 1890, S. 69 ff, und O. Hertwig besonders in: Die Zelle und die Gewebe, 1893, S. 238 ff., dort auch die Angaben von Platner, Blochmann und Henking.

3) Nouvelles études, S. 253.

4) Strasburger, Schwärmsporen, Gameten etc. Hist. Beitr., Heft IV, 1892, S. 147.

Chromosomenzahl aus dem Kerngerüst in den aufeinander folgenden Kernteilungen herausbildet. Wenn man solche Musterkarten aufeinander folgender Kernteilungsstadien betrachtet, wie man sie gelegentlich beim Freilegen protoplasmatischer Wandbelege aus Embryosäcken vor Augen hat, so kann man sich des Eindrucks nicht erwehren, dass es immer wieder dieselben Chromosomen sind, die sich in den aufeinander folgenden Teilungsschritten aus den ruhenden Kernen heraussondern. Man sieht in der Prophase die Chromosomen genau in derselben Lage, wie sie in der vorausgehenden Anaphase gegeben war, wieder in die Erscheinung treten. Ein entsprechend vergrößertes Bild jener Anaphase würde das Bild der Prophase vollständig decken. Das zwingt in einem Worte fast zur Annahme, dass die Individualität der Chromosomen in dem ruhenden Kern fortbesteht und eine Sonderung des Kernfadens in entsprechend viel Chromosomen in jeder Prophase demgemäß bestimmt. Einer in gegebenen Augenblicken wirklich eintretenden Aenderung der Chromosomenzahl muss somit eine Aenderung der Zahl dieser chromosomatischen Individualitäten vorausgehen, sei es, dass sich dieselben vermehren oder vermindern. Bei der Reduktion auf die halbe Chromosomenzahl im heterogenen Generationswechsel könnte es sich um die Vereinigung von je zwei solcher Individualitäten handeln, aus Ursachen für welche sich zunächst nur phylogenetische Gründe anführen lassen. Diese Verschmelzungen von Chromosomen zu Beginn der geschlechtlichen Generation scheinen sich nur unter zutreffenden Bedingungen vollziehen zu können. Abnorme Aenderungen des inneren Zustandes stören sie. So sehen wir, dass die embryonale Substanz der Vegetationspunkte von Sprossen, die durch Knospenvariation verändert wurden, häufig unfruchtbar bleibt. Aehnliche Folgen hat vielfach Hybridation.

Auch meine entwicklungsgeschichtlichen Studien über pflanzliche Spermatozoiden[1]) mussten mir die Ueberzeugung aufdrängen, dass ein Aufgeben der morphologischen Selbständigkeit für Chromosomen nicht gleichbedeutend mit dem Aufgeben der physiologischen Individualität ist. Denn nur die Erhaltung der letzteren kann dahin führen, dass aus einem Kern, der im Spermatozoiden ein fast homogenes Band darstellte, sich im Ei die Chromosomen in vorbestimmter Zahl herausdifferenzieren.

Es ist für die höher organisierten Pflanzen sicher erwiesen, dass alle Kernteilungen, die zur Bildung der Geschlechtsprodukte führen, normale, mit Längsspaltung verbundene Mitosen sind, und somit auch bis zuletzt eine gleiche Zahl von Chromosomen liefern. Reduktionsteilungen, die zur Herabsetzung der Chromosomenzahl auf die Hälfte führen sollten, gibt es im Pflanzenreich nicht. Für solche Reduktionsteilungen wird angenommen, dass ganze ungespaltene Chromosomen

1) Schwärmsporen, Gameten etc., p. 145.

des Mutterkerns in zwei Gruppen geschieden und so den Tochterkernen zugewiesen werden sollen [1]). Die Tochterkerne könnten dann in der That nur halb so viel Chromosomen wie die Mutterkerne, die Enkelkerne, bei Wiederholung des Vorgangs, nur halb so viel als die Tochterkerne aufweisen. Ein derartiger Vorgang ist an keiner Stelle im Pflanzenreich zu beobachten, eine Thatsache, mit welcher die Vererbungs-Theorien rechnen müssten. Auch im Tierreich lässt sich, wie neuere Untersuchungen wohl lehren, die sog. Reduktionsteilung in den Samen- und Eimutterzellen auf vorausgegangene Längsspaltung der Chromosomen zurückführen und somit aus gewöhnlicher Kernteilung ableiten [2]); doch wenn diese Zurückführung auch nicht gelungen wäre [3]), die Vorgänge im Pflanzenreich liegen, bei sonst gleichen Erscheinungen der Vererbung und Variation, so klar vor, dass sie jede Missdeutung ausschließen und daher vor allem Berücksichtigung verlangen [4]).

Ebensowenig wie das Pflanzenreich die Annahme von Reduktionsteilungen zulässt, sind auch die an pflanzlichen Zellkernen gesammelten Erfahrungen dazu angethan, die Vorstellung erbungleicher Teilungen bei der Karyokinese zu stützen. So weit meine Kenntnisse reichen, sprechen auch die Beobachtungen im Tierreich gegen dieselbe. Seitdem ein richtiger Einblick in die Längsspaltung der Chromosomen bei der Kernteilung und in die gleiche Verteilung dieser Spaltungsprodukte auf die Tochterkerne gewonnen ist, konnte sich in mir die Vorstellung nur befestigen, dass der Vorgang einer qualitativ gleichen Halbierung der Chromosomen diene. — Theoretische Spekulationen, die über das Gebiet der Erfahrung hinausgehen, müssen von sichergestellten Thatsachen ausgehen. Eingehendes Studium der Längsspaltung der Chromosomen, kann aber schlechterdings nur die Vorstellung einer gleichen, nicht aber einer ungleichen Teilung erwecken; für die Annahme der letzteren fehlen jede thatsächlichen Anhaltspunkte. Daher ich mich auch, von Anfang an, in den theoretischen Deutungen der Entwicklungsvorgänge, auf den Standpunkt der Epigenese gestellt habe [5]).

---

1) Weismann, Ueber die Zahl der Richtungskörper und ihre Bedeutung für die Vererbung, S. 79, 1894.

2) Vergl. Boveri, Zellen-Studien, Heft I, 1887, S. 13 ff., 77 und Heft III, 1890, S. 51, und Aug. Brauer, Ueber das Ei von *Branchipus Grubii* v. Dyb. von der Bildung bis zur Ablage; Anhang zu den Abh. der Akad. d. Wissenschaften zu Berlin, 1992. Auch O. Hertwig gibt diese Möglichkeit zu; Vergleich der Ei- und Samenbildung bei den Nematoden; Arch. f. mikr. Anat., Bd. 36, 1890, Sep.-Abdr., S. 65 ff.

3) Vergl. hierzu im Besonderen: Valentin Haecker, Ueber generative und embryonale Mitosen etc. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 43, S. 759, 1894.

4) Vergl. auch meine Arbeit über Schwärmsporen, Gameten etc, S. 151.

5) Vergl. das Protoplasma und die Reizbarkeit, 1891, S. 20, 27.

Ich kann mir die Entwicklung nur vorstellen als eine Aufeinanderfolge von Zuständen, so zwar, dass jeder schon erreichte Zustand die Bedingungen für den folgenden schafft und ihn mit Notwendigkeit auslöst. Die Entwicklung gehört meiner Auffassung nach in das Gebiet der korrelativen Vorgänge und kann nur von diesem Standpunkt aus begriffen werden. Die Zellkerne sind und bleiben mit den gesamten Eigenschaften der Art dauernd ausgestattet, in welchem Teil des Körpers sie sich auch befinden; ihre Thätigkeit wird aber durch die geschaffenen Bedingungen in bestimmter Richtung angeregt. Wäre das nicht der Fall, so könnten nicht an jeder beliebigen Stelle eines Pflanzenkörpers Neubildungen entstehen, welche die ganzen Eigenschaften der Art reproduzieren; es könnten nicht durch künstliche Eingriffe besondere Thätigkeiten angeregt und diese oder jene Manifestationen ererbter Fähigkeiten veranlasst werden. — In ähnlicher Weise stelle ich mir auch den Einfluss jener äußeren Einwirkungen vor, welche beispielsweise die geschlechtliche oder ungeschlechtliche Fortpflanzung bei Algen veranlassen, oder den Einfluss, der von bestimmten, im Organismus selbst erzeugten Substanzen ausgeht und beispielsweise Blütenbildung in den Vegetationspunkten auslöst.

Ebenso wie ich die erbungleiche Teilung der Kerne schon aus dem Grunde verwerfe, weil die direkte Beobachtung der Kernteilungsvorgänge gegen dieselbe spricht, möchte ich auch, dass Vererbungstheorien nicht die ihnen theoretisch notwendig scheinenden Strukturen in die Kerne hineinkonstruieren, vielmehr von Demjenigen ausgehen, was von Kernstrukturen thatsächlich bekannt ist. Den von Weismann[1]) gebildeten Begriff des Ids, als eines Elementes im Kern, das die Summe sämtlicher erblicher Eigenschaften der Art in sich schließt, halte ich von diesem Standpunkt aus für einen glücklichen, und zwar weil es mir scheint, dass er durch direkte Beobachtung sich stützen lässt. Ich betrachte als Iden die chromosomatischen, scheibenförmigen Glieder die mit so auffallender Regelmäßigkeit, bei völliger gegenseitiger Uebereinstimmung in Bau und Gestalt, in den sich zur Teilung bereitenden Chromosomen, aufeinanderfolgen. Im Ruhezustand der Kerne hat sich die Substanz jedes Ids, zum Zweck der Ernährung, über einen gestreckten Faden verteilt, in jeder Prophase sammelt sie sich zu einem Glied der Reihe wieder an. Es ist nicht etwa im Id nur das vertreten, was zuvor in Gestalt kleiner Chromatinkörnchen im Liningerüst verteilt war, nein, auch Gerüstteile dieses Fadens finden sich in dem Id wieder ein, ja sie mögen die Hauptmasse desselben bilden. Denn es ist ja bekannt, dass die Tingierbarkeit des Kerninhalts in den Prophasen bedeutend zunimmt, die Hauptmasse desselben in jenen leicht tingierbaren Zustand übergeht, den wir als Zunahme

1) Das Keimplasma, eine Theorie der Vererbung, S. 84.

des Chromatins betrachten, um in den Anaphasen die umgekehrte Veränderung durchzumachen. Dass die einzelnen Glieder der zur Teilung sich anschickenden Chromosomen die Summe der erblichen Eigenschaften in sich schließen, also die wahren Iden sind, dafür lassen sich wohl auch die mikroskopischen Vivisektionen einzelliger Organismen anführen, deren Stücke sich zu den ganzen Individuen regenerieren, wenn ihnen auch nur ein kleines Stück des zerschnittenen Kerns zugefallen ist [1]). So auch hatte ich beobachtet, dass, wenn bei der Teilung der Pollenmutterzellen von *Hemerocallis fulva* einzelne Chromosomen, was nicht selten vorkommt, in der Aequatorialebene der Kernspindel zurückbleiben, ohne in einen der beiden Tochterkerne eingezogen zu werden, sich normale, nur kleinere Pollenkörner um dieselben bilden. Das kleine Chromosom grenzt sich von der Umgebung ab und das Cytoplasma der Mutterzelle wird ihm im Verhältnis zu seiner Größe zugeteilt [2]). Das oft nur sehr kleine Pollenkorn entwickelt sich dann völlig normal weiter und zeigt alle jene Eigentümlichkeiten der Struktur, welche für die betreffende Species charakteristisch sind. Die im Chromosom aufeinander folgenden Iden sind für mich Wiederholungen, und einen Unterschied zwischen denselben lässt in der That auch die direkte Beobachtung nicht erkennen. Es ist möglich anzunehmen, dass sie Wiederholungen sind, welche aufeinander folgenden Generationen entsprechen, dass sie also wirklich Ahnenplasmen vorstellen, so wie es Weismann will. Durch ihre gleichzeitige Wirksamkeit wird die relative Konstanz der Art demgemäß gewahrt. Denn das Zusammenwirken so vieler Iden muss einen Gesamteffekt ergeben, der die Mitte zwischen allen individuellen Schwankungen der aufeinander folgenden Generationen hält. Wird andrerseits durch wiederholte Vereinigung von Individuen mit gleicher Abweichung die Zahl der Iden vermehrt, welche ähnliche Tendenzen repräsentieren, so muss sich diese Abweichung befestigen. — Durch jede Längsspaltung der Chromosomen im Kernteilungsakt werden die sämtlichen Iden halbiert und in gleichem Maße den aufeinander folgenden Kerngenerationen zugeteilt. Die Zahl der Iden müsste aber mit jedem Zeugungsakt sich verdoppeln, fände nicht eine Reduktion derselben in einem gegebenen Augenblicke statt. Da bei Pflanzen weder eine Ausstoßung noch eine Auflösung von Chromosomen zur Zeit der Zahlenreduktion zu beobachten ist, so bleibt nur die Annahme übrig, dass alsdann die Zahl der Iden ganz so wie diejenige der Chromosomen durch Verschmelzung auf die Hälfte herabgesetzt wird. Bei jenen Differenzierungsvorgängen, die sich während der Prophase im Sporenmutterkern abspielen, sammelt sich, allem Anschein nach, die

1) Vergl. im Besonderen: A. Gruber, Mikroskopische Vivisektion. Ber. der naturf. Gesellsch. in Freiburg i. B., Bd. VII, Heft I.

2) Ueber den Teilungsvorgang der Zellkerne, S. 20 u. Taf. II, Fig. 63 – 65, 1882.

Substanz von je zwei Iden zu einem einzigen Id an. In solcher Weise würde das Idioplasma zahlreicher, jedoch verschiedener Ahnen, an dem Aufbau eines jeden Ids beteiligt sein. Dieses Ahnenidioplasma denke ich mir aber in den Iden nicht getrennt fortbestehend, sondern zur Einheit verschmolzen. Die Zahl der Iden ist wohl, so wie diejenige der Chromosomen, erblich fixiert. Doch steht die Zahl der Iden zu derjenigen der Chromosomen sicher nicht in einem bestimmten Verhältnis, da ja selbst nahverwandte Pflanzen-Arten, die anscheinend gleich große Iden führen, verschieden viel Chromosomen aufweisen können. In der Familie der Liliaceen führen die Sporenmutterzellen je nach den Arten 8, 12, 16 und 24 Chromosomen. Es scheint somit die Chromosomenzahl als solche eine tiefere Bedeutung nicht zu haben. Weisen doch auch die beiden, äußerlich nicht unterscheidbaren Varietäten des vielgeprüften Pferdespuhlwurmes, *Ascaris megalocephala*, in ihren Kernen die eine nur halb so viel Chromosomen als die andere auf.

(Schluss folgt.)

Ueber die exkretorische Thätigkeit des Mitteldarmes der Würmer.

Von **W. Schimkewitsch.**

In der letzten Zeit wurde durch die Arbeiten von Cuénot, Saint-Hilaire u. a. die exkretorische Thätigkeit der Leber bei den Crustaceen und Mollusken bewiesen. Während ich im Sommer 1893 an der biologischen Station Solowetzky den im Weißen Meere lebenden *Dinophilus* untersuchte, habe ich auch den Versuch gemacht, ihn sowohl mit durch verschiedene Farbstoffe gefärbten Algen zu füttern, wie auch einfach ihn in verschiedenen Farbenlösungen zu halten. Zugleich habe ich auch einige andere Würmer auf dieselbe Weise in verschiedenen Farbenlösungen gehalten. Dabei habe ich einige Beobachtungen gemacht, zufolge deren es mir höchst wahrscheinlich scheint, dass das Epithelium des Mitteldarmes der Würmer einige Farbstoffe aufnehmen und dann sie wieder in den Darm ausscheiden kann.

Bei *Dinophilus* färben Safranin, saures Fuchsin und Methylenblau das Epithelium des Vorder-, Mittel- und Hinterdarmes. Die Färbung des Epitheliums des Vorder- und des Hinterdarmes ist diffus. Das in großer Masse die Zellen des Mitteldarmes überfüllende Pigment lässt nicht unterscheiden, wie sich der Mitteldarm färbt. Was das Rektum betrifft, so wird es auf ganz andere Weise gefärbt. Wahrscheinlich unterscheidet sich die Zellencuticula des Rektums durch irgend welche Eigenschaften von den Zellenhüllen des Epitheliums der übrigen Abschnitte des Darmkanals und deshalb wird von den obengenannten Farbstoffen nur die Basis der Flimmerhaare

gefärbt. Dieselbe Erscheinung wird im Rektum beobachtet, wenn man *Dinophilus* mit durch karminsaures Ammonium gefärbten Algen füttert. Wenn die Algen durch blaue Lakmus-Tinktur gefärbt sind, so färbt sich die Basis der Flimmerhaare des Rektums rot, was bedeutet, dass ihr Plasma eine saure Reaktion hat. Meinen Beobachtungen nach entwickelt sich der Hinterdarm des *Dinophilus* als ein blinder Auswuchs des Mitteldarmes und nur das Rektum ist von ektodermalem Ursprunge, wodurch auch der abweichende Charakter seines Epitheliums erklärt wird.

Beim Füttern des *Dinophilus* mit durch Indigokarmin gefärbten Algen habe ich die Färbung nur des Mitteldarmes, die sich bei der Bearbeitung mit Alkohol absolutus (in Canada-Balsam) offenbart, beobachtet, da bei dieser Behandlung der Präparate das orangengelbe Pigment der Epithelialzellen aufgelöst wird.

Es ergab sich, dass nicht das Zellenplasma, sondern die vakuolenartigen Körnchen, die die Zellen des Mitteldarmepithels überfüllen, gefärbt wurden.

Um den das Resultat verdeckenden Einfluss des Mitteldarmpigmentes zu vermeiden, habe ich mich zu den durchsichtigen Larven der *Polynoidae*[1]) gewandt und sie in verdünnten Indigokarmin-, Sauer-Fuchsin- und Methylenblau-Lösungen gehalten.

Das Resultat war ungefähr dasselbe: der Vorderdarm, d. h. das Epithelium der Rüsselröhre, des Rüssels und seiner Papillen waren von den gebrauchten Farbstoffen diffus gefärbt. Zu gleicher Zeit wurde aber auch die Färbung der Mitteldarmzellen beobachtet, wobei sich nur die Zellen der blinden Auswüchse („appendices biliaires“ von Claparède) färbten; einige Zellen der Auswüchse färbten sich sehr stark, andere bekamen nur eine gelbliche (von dem sauren Fuchsin) oder grünliche (von Methylenblau) Farbe, die dritten blieben ungefärbt. Die Zellen des Mitteldarmes selbst, die an den Schnitten von den Zellen der blinden Schläuche sich nur durch eine weniger aufgeschwollene Form unterscheiden, färbten sich bei den Polynoiden-Larven gar nicht.

Auf dieselbe Weise färben sich nur die Zellen der blinden Auswüchse bei den ausgewachsenen Polynoiden, wenn man die Tiere im saurem Fuchsin oder im Indigokarmin hält.

Ich glaube, dass man die ausschließliche Färbung der Auswüchse dadurch genügend erklären kann, dass die Farbe in ihnen stehen bleibt und vielleicht beim Einsaugen des Wassers von den Wandungen stärker concentrirt wird, als im Mitteldarme, wo sie immer wechselt.

1) Ich habe die Larven nicht näher bestimmt; den Angaben J. K. Tarnani's nach kommen in der Bucht von Solowetzky *Harmothoe nodosa*, *Nyctia cirrosa* und *Lepidonotus squamatus* vor.

Diese Voraussetzung wird teilweise durch die Thatsache bestätigt, dass bei einer Annelide, die von J. K. Tarnani als *Phyllodoce maculata* bestimmt wurde, nach einem dauernden Aufenthalte (während 2 Wochen, was die *Polynoidae* nicht aushalten) in der Farblösung die Zellen nicht nur der Auswüchse, sondern auch des Mitteldarmes selbst gefärbt wurden.

In allen diesen Fällen färbte sich nicht das Zellplasma, sondern die vakuolenartigen Körperchen in den Zellen. Bei den Polynoiden und *Phyllodoce* sind diese Körperchen auch an Schnitten zu sehen. Bei den Polynoiden-Larven ist es leicht zu beobachten, dass je stärker sich diese Vakuolen färben, desto größer sie selbst werden. In Exkrementen der Larven aber fand ich oft Plasmaklumpen, die von solchen gefärbten, vakuolenartigen Körperchen vollgestopft waren.

Höchst wahrscheinlich ist es, dass diese Klumpen nichts anderes als abgerissene, aufgeschwollene Enden der epithelialen Mitteldarmzellen sind. Bei *Dinophilus* habe ich in den Exkrementen solche Klumpen nicht beobachtet. Möglich ist es, dass auch in anderen Fällen ein einfacher Austritt aus den Zellen der gefärbten Körperchen stattfindet.

Wenn man *Priapulus* und *Halicryptus* in Methylenblaulösung hält oder ihnen eine kleine Quantität Indigokarmins in die Mundhöhle einführt, so beobachtet man bei ihnen dieselbe Färbung der kleinen Vakuolen, die bei dem im Weißen Meere lebenden *Priapulus* in einer Gürtelzone in jeder Epithelialzelle des Mitteldarmes angesammelt sind. Es sind auch in den Exkrementen die Plasmaklumpen, welche von den gefärbten Vakuolen vollgestopft sind, vorhanden. Dabei werden weder der Oesophagus, noch der Hinterdarm gefärbt. Methylenblau aber dringt dennoch als ein leicht durchdringender Farbstoff in die Leibeshöhle hinein und die sich dabei bei *Priapulus* im Schwanzanhange ansammelnden Blutkörperchen sind von blauen Vakuolen überfüllt.

Bei *Halicryptus* wird, wie es scheint, das Indigokarmin gänzlich von dem Darme aufgehalten. Es wurde 2 *Halicryptus* ein Gemisch aus karminsaurem Ammonium und Indigokarmin in die Mundhöhle eingeführt: das Mitteldarmepithel färbte sich blau und die Exkremente enthielten kleine mit blaugefärbten vakuolenartigen Körperchen erfüllte Klümpchen, die Blutkörperchen aber enthielten mit der Lösung von karminsaurem Ammonium gefüllte Vakuolen. Es drang folglich das karminsaure Ammonium in die Leibeshöhle hinein, das Indigokarmin dagegen war vollkommen vom Darmepithel zurückgehalten.

Bei einigen Nemertinen färben sich bei einem dauerhaften Aufenthalte im Gemische aus Indigokarmin und karminsaurem Ammonium

die blinden Auswüchse des Darmes — und nur diese Auswüchse — blau, die Gonaden hingegen rot [1]).

Bei den freilebenden Nematoden (*Enoplus*), die man in Lösungen der blauen Lakmus-Tinktur, des sauren Fuchsin und Methylenblau hält, beobachtet man, dass sich die Körner im Plasma der Mitteldarmzellen färben; es werden auch außerdem die einzelligen Drüsen des Oesophagus (von Lakmus blau) und das Epithelium des Oesophagus und des Hinterdarmes (Sauere Fuchsin, Methylenblau) gefärbt.

Dagegen bieten einige marine Oligochaeten, die wochenlang in verschiedenen Farbenlösungen leben [2]), niemals die Färbung des Darmkanals dar.

Von Safranin werden bei ihnen die chloragogenen Zellen gefärbt, was vollkommen mit den Beobachtungen von Kowalewsky übereinstimmt [3]).

Es scheint mir, dass das Vermögen der Mitteldarmzellen die Farben aufzuhalten eine bei den Würmern ziemlich weit verbreitete Erscheinung darstellt. Es werden aber nicht alle Farbstoffe aufgehalten: einige, wie z. B. Methylenblau, färben zwar die Epithelialvakuolen, dringen aber auch leicht in das Mesenchym oder in die Leibeshöhle hinein.

Embryonale Entwicklung der *Salpa democratica*.

Von Prof. **A. Korotneff** in Kiew.

Kaum ist in der ganzen Embryologie eine andere Frage noch so dunkel und unerforscht, als die vorliegende. Die Ansichten von Prof. Salensky [4]) sind prinzipiell unannehmbar und betreffend der neuerlich erschienenen Arbeiten von Brooks [5]) muss man sagen, dass, obschon das ovogenetische Prinzip von dem amerikanischen Gelehrten wieder aufgestellt ist, dennoch seine Baukunsttheorie sehr hypothetisch und mehr aprioristisch zusammengesetzt als auf Beobachtungen gestützt ist.

Der Schwerpunkt der ganzen Salpenembryologie beruht in der Beziehung, welche zwischen den Blastomeren (Abkömmlingen des Eies)

1) Vergl. Waldner, Färbung lebender Geschlechtszellen. Anat. Anz., VIII, 17, 1894.

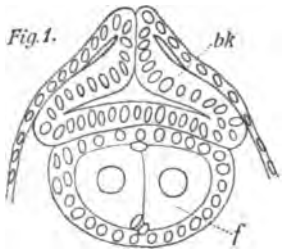
2) Es lebte bei mir auch unter anderen Tieren *Rhynchonella psittacea* mehrere Wochen in verschiedenen sehr stark konzentrierten Farbenlösungen; aber das Methylenblau allein brachte eine schwache Färbung der Darmwand hervor.

3) Diese Zeitschrift, Bd. IX, 1889.

4) Salensky, Neue Untersuchungen über die embryonale Entwicklung der Salpen. Mitt. d. zool Station zu Neapel, Bd. IV.

5) Brooks, The Genus *Salpa*. Baltimore 1893.

und den Gonoblasten, oder nach der Benennung von Salensky „Kalimmocyten“ (Derivate der Follikularzellen) existieren. Ich möchte diesen zwei Faktoren einen dritten zufügen: nämlich, Elemente die ich als „Histogene“ bezeichnen will; es sind dies besondere Zellen, die von den Blastomeren abstammen und sich direkt in diese oder jene histologische, eine spezifische Funktion ausübende Elemente verwandeln; anders gesagt die „Histogenen“ Elemente bilden eine Uebergangsstufe zwischen Blastomeren und eigentlichen Geweben.



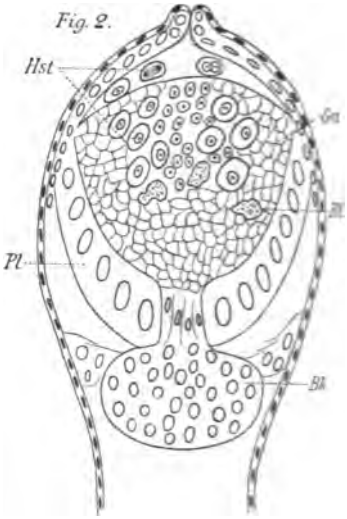


Fig. 1. *bk* = Brutkammer.
Fig. 2. *Bk* = Blutknospe; *Bl* = Blastomeren; *Gn* = Gonoblasten; *Hst* = Histogenen.

Ich habe absichtlich die *S. democratica* ausgewählt, da die Verhältnisse hier, nach der Beschreibung von Salensky zu urteilen, am einfachsten erscheinen. Prof. Salensky hat schon gezeigt, dass, nachdem das Ei befruchtet ist und der Eistiel sich verkürzt hat, zwei ganz besondere Bildungen, aus denen der Embryo entsteht, sich an dem embryologischen Prozesse beteiligen: nämlich das eigentliche Ei mit seiner follikularen Kapsel und der sogenannte der Kapsel sich dicht anlegende „Brutsack“ (Fig. 1). Salensky meint, dass der Brutsack dem Oviducte anderen Salpen zu vergleichen ist, eine Ansicht, die ich nicht annehmen kann, da ich fand, dass er eine Duplikatur oder besser Einsenkung des Epithels der Atemhöhle ist (Epithelhügelzellen nach Salensky). Die Höhle des Brutsackes verschwindet nie, wird aber bis zu einer Spalte reduziert. Das befruchtete Ei furcht sich in zwei, vier und dann viele Blastomeren, zwischen denen einzelne Gonoblasten hineindringen und die Blastomeren auseinanderrücken. Zu

gleicher Zeit vermehren sich auch die Zellen der unteren Schicht des Brutsackes und bilden mit den Gonoblasten eine gemeinsame lockere Masse, in welche die sich fortwährend teilenden Blastomeren überwuchern. Mit samt diesen Erscheinungen entsteht aus den Gonoblasten die allen Salpen gemeinsame Blutknospe. Während der erwähnten Veränderungen hebt sich das Ganze in die Höhe und ragt als ein birnförmiger Körper in die Atemhöhle hinein.

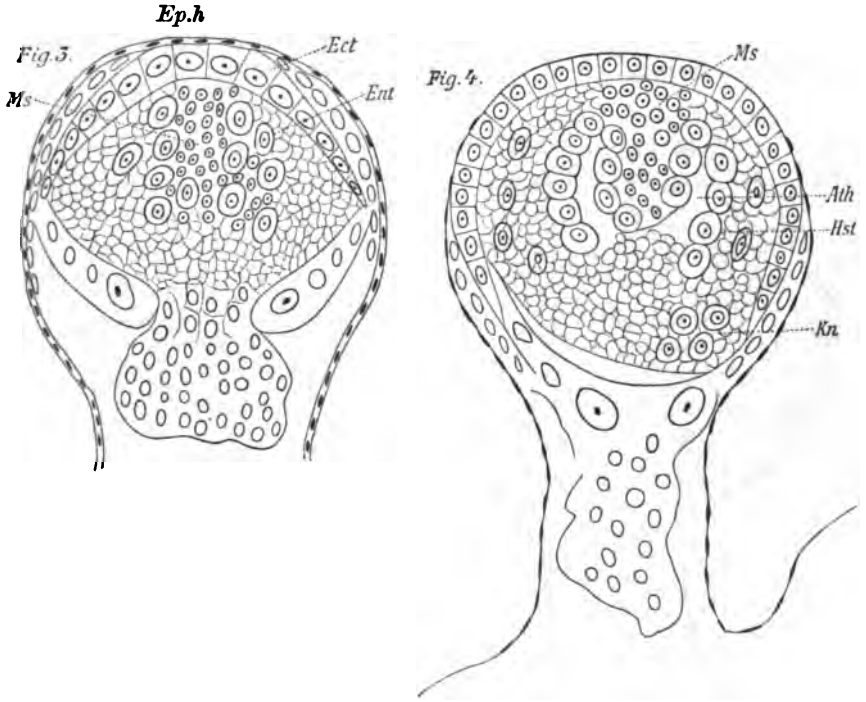
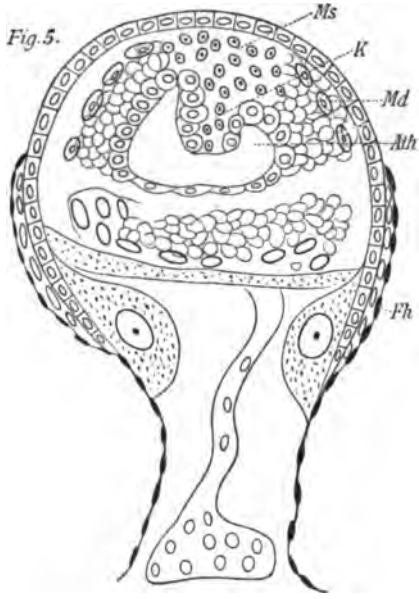


Fig. 3. *Ect* = Ectoderm; *Ent* = Entoderm; *Ms* = Mesenchym; *Ep.h* Epithelhügelzellen.
Fig. 4. *Ath* = Athemhöhle; *Hst* = Histogenen; *Kn* = Keimzellen; *Ms* = Mesenchym.

Zu gleicher Zeit sammeln sich die Blastomeren im Zentrum des Embryos und teilen sich; ihre Derivate bilden die schon erwähnten „Histogenen". Nicht alle Blastomeren werden thätig, grade wie von mir bei *S. costata* und *bicaudata* beobachtet war: einige von ihnen bekommen ganz besonders große aufgeblähte Kerne, die allmählich zu Grunde gehen; solche verschwindende Blastomeren sind als Nahrungsmaterial für den Embryo zu betrachten. Einige Histogenen äußern eine starke Neigung zur Vermehrung und bilden einen ganzen Haufen von kleinen, hellen Zellen, die lateral von Histogenen begrenzt sind (Fig. 2); diese Zellen bilden das Mesenchym, oder anders gesagt, das Bindegewebe und die Blutzellen.

Die im Zentrum angehäuften Histogenen bilden sich bald eine Passage in die Spalte des Brutsackes (Fig. 2), erfüllen allmählich dessen Lumen und bilden in dieser Weise eine ununterbrochene Schicht von saftigen, sich in reger Teilung befindenden Zellen, die das Ektoderm der Salpe bilden. Nachdem dieser Prozess abgelaufen ist, ziehen sich die Zellen der inneren Schicht des Daches des Brutsackes auseinander (Fig. 3) und das Ektoderm wird allein nur von den Epithelhügelzellen bedeckt. Bald darauf gibt auch die letzte Schicht nach, zieht sich von dem Embryo ab und bildet zu seinen Seiten eine auch bei anderen Salpen immer vorkommende Faltenhülle.



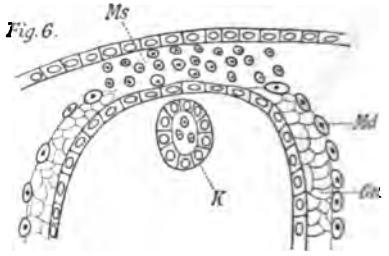


Fig. 5. *Ath* = Athemhöhle; *Fh* = Faltenhülle; *K* = Kieme; *Md* = Mesoderm; *Ms* = Mesenchym.

Fig. 6. *Gn* = Gonoblasten; *K* = Kieme; *Md* = Mesoderm; *Ms* = Mesenchym.

Während der Ektodermausbildung entsteht auch das Entoderm in folgender Weise: die innere Mesenchymmasse (Fig. 4) scheidet die Histogenen in zwei Gruppen, unter deren Elementen bald zwei Spalten, eine links und die andere rechts, erscheinen; diese Spalten vereinigen sich um die künftige Atemhöhle zu bilden. Der am Schnitte erscheinende knopfförmige Körper ist ein Wulst, der sich mit der Zeit in die Kieme verwandelt. Die Spalte wird beständig größer und verändert sich bald in eine bedeutende Höhle, an deren Grunde der erwähnte, jetzt bedeutend zusammengezogene Wulst (Kieme) hervorragt. Das Zusammenziehen der Kieme hängt gewissermaßen davon ab, dass

eine Anzahl von Mesenchymzellen aus ihrem Innern in den Zwischenraum des Ektoderms und Entoderms herausgewandert ist.

Salensky[1]) beschreibt bei der *S. pennata* die Kieme als eine durch Verwachsung der beiden vorderen Aussackungen der primitiven Darmhöhle entstandene Bildung. Ich möchte eher sagen, dass bei der *S. democratica* die Kieme der ersten Schrift von Salensky entsprechend ein von dem Boden der Atemhöhle abgeschnürter Wulst ist (Fig. 6). Die Cloake ist also ein Teil der Atemhöhle, der sich zwischen der Kieme und dem Punkte der Atemhöhle befindet, wo sich die Kieme abgeschnürt hat; es ist keine selbständige Bildung, wie es Heider[2]) annehmen will.

Alle übrigen Organe, das Herz und den Darm ausgenommen, entstehen selbständig, ohne jede Beziehung zum Ekto- oder Entoderm, direkt aus besonderen Anhäufungen von Histogenen; so entsteht das Nervensystem, die Muskeln und die Keimanlage mit dem Eleoblaste. Das Nervensystem vereinigt sich mit der Atemhöhle, nachdem es eine Aushöhlung bekommen hat. Die Muskeln erscheinen als eine Anzahl in die Reihe gezogener Histogenen, welche eine Gonoblastenanhäufung überlagern. Die Histogenen teilen sich und verwandeln sich in Muskelzellen (Fig. 5 *Md*).

Im Grunde des birnförmigen Körpers des Embryos, unmittelbar über seinen Fuß (Fig. 4 *km*) befinden sich schon im voraus einige Zellen, die sich vermehren und den Keimstock des Stolons der Salpe bilden.

Das Herz und der Darm entstehen in einer schon bekannten Weise, nämlich als Abschnürung (Herz) und Auswuchs (Darm) der Atemhöhle.

Im großen und ganzen sehen wir also, dass der Embryo der *Salpa democratica* erstens sich unbedeutend von anderen Salpenembryonen unterscheidet, da er auch eine Faltenhülle besitzt, die sich aber viel früher bildet, nämlich, wenn es sich noch um ein Ei handelt; damit erklärt sich vielleicht der morphologische Unterschied, den die Faltenhülle der *Salpa democratica* besitzt, welche eher als eine Einsenkung als eine eigentliche Falte zu bezeichnen ist. Zweitens obschon der Embryo auch Gonoblasten enthält, so entwickeln sich doch alle seine Organe aus Blastomeren[3]). Es könnte wohl noch sein, dass Gonoblasten

1) Salensky, Ueber embryonale Entwicklung der Salpen. Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. XXVII.

2) Heider, Mitteilungen über die Entwicklung der Salpen. Verhandl. der deutschen zool. Gesellschaft, 1893.

3) Die Beziehung der Blastomeren zu den Gonoblasten kann vielleicht Analogie in den embryologischen Erscheinungen der Insekten finden; wie dort die Blastodermzellen, ohne die Teilung des Eies hervorzurufen, durch den Dotter wandern, so geschieht es bei den Salpen; die Gonoblasten bilden eine lockere Masse und Zellen (Blastomeren), welche die Oberfläche, das Ektoderm, gewinnen, und die im Inneren müssen sich in Entoderm verwandeln.

einen Anteil an der Ausbildung des Eleoblastes nehmen, aber es scheint mir doch zweifelhaft. Alles übrige bildet sich ausschließlich aus Blastomeren. Drittens einige Organe entstehen ganz ohne jede Beziehung zu den Keimschichten und sogar früher als solche sich angelegt haben, aus besonderen Zellenanhäufungen.

Jaques Loeb, On some facts and principles of physiological Morphology.

Biological lectures delivered at the marine Biological Laboratory of Wood's Holl. Third lecture. Boston, U. S. A. Published by Ginn & Company, 1891.

In dieser Vorlesung hat Herr Loeb einige seiner schon früher veröffentlichten mit einigen neuen Ergebnissen seiner interessanten experimentell-morphologischen Studien zusammengestellt und den Thatsachen wichtige theoretische Betrachtungen angefügt. Indem wir uns vorbehalten auf die Gesamtheit dieser Studien in einer zusammenhängenden Uebersicht näher einzugehen, wollen wir hier nur kurz über einige interessante Punkte berichten.

Als Heteromorphosis bezeichnet Herr L. die Thatsachen, dass Organe an Stellen auftreten, wo sonst andere Organe ihren Platz haben. Wenn man von einer *Antennularia* Spitze und Wurzelende abschneidet und den Stamm so im Wasser aufhängt, wie er ursprünglich gewachsen war, so bildet sich am oberen Ende eine neue Spitze mit Seitenzweigen und Polypen an den oberen Flächen dieser letzteren, während an dem unteren Ende neue Wurzeln wachsen. Hängt man aber den Stamm verkehrt auf, so entstehen an dem jetzt unteren Ende die Wurzeln, an dem oberen die Spitze mit den Seitenarmen. Wird der Stamm horizontal oder mit dem Spitzenende nach unten geneigt befestigt, so wachsen die abwärts gehenden Arme zu Wurzeln aus, während an der oberen Seite neue Stämmchen hervorwachsen. Hier entscheidet also die Lage über die Art der entstehenden Organe, und man kann von positivem und negativem Geotropismus sprechen wie bei Pflanzen. In anderen Fällen, z. B. bei Margeliss, einer in Wood's Holl nicht seltenen Hydraart, sowie bei *Pennaria*, wachsen Wurzeln nur an den Stellen, welche mit festen Körpern in Berührung sind, Polypen an solchen, die von allen Seiten von Seewasser bespült sind. Herr L. bezeichnet die als Stereotropismus. Bei anderen Tieren ist die Bildung der Organe aber nur in bestimmten Richtungen möglich. Wenn man aus einem Individuum von *Cerianthus membranaceus* Stücke herausschneidet oder das Tier an einer beliebigen Stelle einschneidet, so entstehen am oralen Ende des abgetrennten Stückes Tentakeln. Diese Erscheinung bezeichnet Herr L. als Polarisation.

Das Wachstum tierischer Organe sucht Herr L. auf dieselben Ursachen zurückzuführen, welche für die Pflanzen gelten: Bildung von Substanzen von höherem osmotischen Druck. Unterschiede im Wachstum an verschiedenen Stellen desselben Organismus wären danach auf chemische Differenzen zurückzuführen, und aus den Unterschieden im Wachstum wäre dann nach den besonders von His hervorgehobenen Gesichtspunkten die Entstehung der Körperformen abzuleiten. Um diese Anschauung zu stützen, untersuchte Herr L., wie sich die Wachstumsgeschwindigkeit bei *Tubularia mesembryanthemum* in verdünnteren und konzentrierteren Lösungen verhielt, und fand bei Meerwasser, das mit destilliertem Wasser verdünnt war, lebhafteres, bei Salzzusatz dagegen vermindertes Wachstum im Vergleich zu dem in normalem Seewasser.

Brachte er befruchtete Seeigel-Eier im 2-, 4-, oder 16-Zellstadium in Seewasser, das ungefähr mit dem gleichen Volum destillierten Wassers verdünnt war; die Eier nahmen Wasser auf, die Membran riss an einer Stelle ein und ein Teil des Protoplasmas quoll in Form eines Tropfens hervor. Die Eier wurden nun in normales Seewasser zurückgebracht; die Entwicklung ging vor sich und es entstanden Doppel- und zuweilen Drillings-Bildungen, die entweder zusammenhingen oder, wenn eine Trennung der Teile des Protoplasmas eingetreten war, auch getrennt waren. Es ist bemerkenswert, dass der eine Teil des Protoplasmas keinen Kern enthielt und doch zu einem vollständigen Embryo auswuchs. Blieben die Teile in Zusammenhang, so trat zuerst in dem noch von der Eihaut umschlossenen Teil, falls dieser den Kern enthielt, eine Teilung der Art ein, dass die Teilungsebene senkrecht auf dem gemeinsamen Durchmesser der beiden Teile stand. Die Teilung war eine ungleiche, der kleinere Teil hing mit dem ausgetretenen Anteil des Eies zusammen. Nun teilte sich die größere Zelle nochmals und jetzt erst auch der andere Abschnitt, so dass nun 4 Zellen vorhanden waren. Zuweilen bekam aber der extraovale Anteil auch erst nach der zweiten Teilung oder später seinen ersten Kern. Trotzdem er also nur ein Viertel oder einen noch geringeren Anteil an dem ursprünglichen Eikern hatte, entstand doch immer ein durchaus normaler Embryo aus ihm.

Solche Thatsachen und die von Driesch beobachteten über die Trennung der Zellen im 4-Zellenstadium des sich furchenden Seeigel-Eies zeigen, dass die Bildung der Organe in der Eizelle nicht schon im Voraus bestimmt ist, sondern durch die äußeren Umstände bestimmt wird. Wenn die normale sphärische Eizelle nur einen Embryo liefert, so liegt dies daran, dass bei der sphärischen Form das Wachstum nach allen Seiten gleichem Druck begegnet. Unter diesen Umständen entsteht auch nur eine Blastula. Aus dieser entwickelt sich dann die Gastrula durch Einstülpung, und diese muss durch chemische Unter-

schiede der Mikromeren bedingt sein. Da im Blastulastadium das spezifische Gewicht des Eies abnimmt, offenbar durch Aufnahme von Wasser, so sind die Zellen der Blastula dann offenbar innen mit einer verdünnteren Flüssigkeit in Berührung als außen, und das kann den ersten Anlass zur Invagination geben. Brachte L. die Eier in verdünntes Seewasser, so entstand statt der zur Bildung der Gastrula notwendigen Invagination vielmehr Evagination.

J. Rosenthal.

William Marshall, Neueröffnetes, wundersames Arzenei-Kästlein, darin allerlei gründliche Nachrichten, wie es unsere Voreltern mit den Heilkräften der Tiere gehalten haben, zu finden sind.

16. 127 Seiten. In Leipzig verlegts A. Twietmeyer, 1894.

Die vor etwa 25 Jahren aufgekommene Mode, allerlei alte und neue Schriften im Gewande der Drucksachen des 16. Jahrhunderts, mit Schwabacher Schrift u. s. w. erscheinen zu lassen, hat hier auch auf ein biologisches Werkchen Anwendung gefunden. Biologisch ist es allerdings nur insoweit, als es von Tieren und tierischen Präparaten handelt. Der Verf. hat aus alten Arzeneibüchern zusammengetragen, was alles früher für heilsam und ersprießlich gehalten wurde, soweit es tierischer Herkunft ist. Da er, wie bekannt, sehr gut zu plaudern versteht, so folgt man seinen Mitteilungen über allerlei närrischen Aberglauben gern; und wenn ein Zoologe oder Mediziner gelegentlich eines freien Stündchens einmal von ernsten Studien ausruhen will, ohne sich aus seinem Gebiet zu entfernen, so wird er vielleicht geneigt sein, von der dem Buche beigelegten Ankündigung der „großen Neuigkeit" den „Bestellzedul" mit der Aufforderung an den Verleger: „Er kann mir das Buch schicken" abzutrennen und an jenen zu senden. **P.**

Einsendungen für das Biol. Centralblatt bittet man an die ***Redaktion, Erlangen, physiol. Institut, Bestellungen*** *sowie alle* ***geschäftlichen,*** *namentlich die auf* ***Versendung des Blattes,*** *auf* ***Tauschverkehr*** *oder auf* ***Inserate*** *bezüglichen Mitteilungen an die* ***Verlagshandlung Eduard Besold, Leipzig, Salomonstr. 16,*** *zu richten.*

Verlag von Eduard Besold (Arthur Georgi) in Leipzig. — Druck der kgl. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark. Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIV. Band. 15. Dezember 1894. **Nr. 24.**

Inhalt: **Strasburger**, Ueber periodische Reduktion der Chromosomenzahl im Entwicklungsgang der Organismen (Schluss). — **Bateson**, Materials for the study of variation treated with especial regard to discontinuity in the origin of species. — **Aus den Verhandlungen gelehrter Gesellschaften**: Sitzungsberichte der Niederrh. Gesellschaft für Natur- und Heilkunde zu Bonn.

Ueber periodische Reduktion der Chromosomenzahl im Entwicklungsgang der Organismen.

Von Professor **E. Strasburger** in Bonn a. Rh.

(Schluss.)

Es ist jetzt bekannt und wird durch die Beobachtungen an *Ascaris nigrovenosa* besonders gestützt [1]), dass bei der Befruchtung die Chromosomen der beiden Eltern ihre Selbständigkeit nicht aufgeben. Bei *Ascaris nigrovenosa* machen Spermakern und Eikern getrennt die Prophasen der Teilung durch und erst die gesonderten Chromosomen ordnen sich in die gemeinsame Spindel des Keimkerns ein. Bei jedem folgenden Teilungsschritt der Kerne finden sich dann die Chromosomen in jener Zahl ein, welche der Summe der elterlichen Chromosomen entspricht. Demgemäß bleiben auch in Bastarden die Chromosomen von Vater und Mutter neben einander thätig. Im Verhalten der Bastarde zeigen sich aber Unterschiede, welche recht lehrreich auch für die Beurteilung der Vererbungserscheinungen bei Nachkommen aus einer normalen Verbindung sind. Die Bastarde weisen entweder in allen ihren Teilen eine Verschmelzung der Charaktere beider Eltern auf, oder sie zeigen sie nur in gewissen Teilen, in anderen hingegen getrennte Merkmale des einen oder des anderen Elters, oder sie gleichen überhaupt mehr dem einen der beiden Eltern, oder endlich sie stimmen vollständig mit dem einen Elter überein. Naudin machte bereits

1) Edouard van Beneden, Recherches sur la maturation de l'oeuf et la fécondation, Taf. XIX bis und ter.

darauf aufmerksam, dass in gewissen Bastarden die Charaktere, statt verschmolzen zu sein, sich nur an einander gereiht zeigen. Diese Aneinanderreihung könne sich in allen Teilen der Pflanze offenbaren, besonders mache sie sich in den Blüten und Früchten geltend [1]). Der Bastard bilde in solchem Falle eine Art von Mosaik, die aus Teilen der beiden Eltern zusammengefügt sei. Auf Bastarde, die dem Vater oder der Mutter mehr ähneln, ja im Extrem einem der beiden nur gleichen, hat Millardet neuerdings ganz besonders hingewiesen [2]). Die Bastarde mit mosaikartigem Aufbau könnten vielleicht als Beweise für erbungleiche Teilung der Kerne verwertet werden, besonders in einem Falle wie ihn Millardet für den York-Madeira, einen Weinstock-Bastard, schildert. Dieser Bastard soll aus der spontanen Kreuzung von *Vitis aestivalis* und *V. labrusca* hervorgegangen sein. Er weist an der Unterseite seiner Blätter nicht nur die eingesenkten Spaltöffnungen von *Vitis aestivalis* und die vorgewölbten von *V. labrusca*, sondern auch alle Uebergänge zwischen beiden auf. Daraus ließe sich der Schluss ziehen, dass die Blattepidermis dieses Bastards aus Zellen besteht, die entweder dem Typus des Vaters oder dem Typus der Mutter oder einem intermediären Typus angehören. Der Typus wäre somit schon in einzelnen Zellen ausgeprägt, da die beiden Schließzellen der Spaltöffnung aus einer einzigen Mutterzelle hervorgehen. Wollte man dieses auf eine durch erbungleiche Teilung veranlasste Verschiedenheit der Zellkerne zurückführen, welche diesen Zellen zufielen, so könnte das ja plausibel erscheinen; diese Annahme würde aber in vollem Widerspruch zu denjenigen Fällen treten, wo der Bastard ganz dem Vater oder der Mutter gleicht, Fällen die nicht nur in der Gattung *Vitis* sondern auch bei *Rubus*, bei *Fragaria* beobachtet werden. Da müsste doch bei erbungleicher Teilung in irgend welchem Körperabschnitt des Bastards sich auch ein Ueberschuss zu Gunsten des benachteiligten Elters ergeben. Das tritt aber nicht ein; daher mir die Annahme allein möglich erscheint, dass die Wechselwirkung der Chromosomen im Kern Interferenzerscheinungen nach sich zieht. In denjenigen Fällen, wo der Bastard ganz dem Vater oder der Mutter gleicht, werden die Chromosomen des einen Elters durch diejenigen des anderen Elters in ihrer Wirkung völlig neutralisiert. In anderen Bastarden werden durch Interferenz die einen Eigenschaften geschwächt, die anderen gesteigert; in noch anderen halten sich die Chromosomen der beiden Eltern in jeder Thätigkeit das Gleichgewicht. — Die Verschiedenheit im Verhalten der Bastarde wirft Licht auf das Verhalten der Nachkommen von Eltern derselben Art. Auch da halten die Kinder

1) Sur l'hybridité dans les végétaux. Nouv. Arch. du Muséum, I, 1865. p. 33, 49, 151.

2) Note sur l'hybridation sans croisement, ou fausse hybridation. Mémoires de la société des sciences physiques et natur. de Bordeaux, T. IV, 4e Série, 1894.

entweder die Mitte zwischen den beiden Eltern oder zeigen sich mehr dem Vater oder der Mutter in ihren Eigenschaften genähert. Dass die in ihrer Wirkung neutralisierten Iden nicht aufgelöst oder sonstwie zerstört werden, das zeigen aber atavistische Erscheinungen deutlich an. Als auf ein besonders lehrreiches Beispiel dieser Art will ich auf das Verhalten des pelorischen Löwenmauls (Antirrhinum majus) hinweisen, über welches Charles Darwin berichtet hat[1]). Individuen des pelorischen Löwenmauls, mit eigenem Pollen bestäubt, liefern nur pelorische Pflanzen; mit Pollen der gewöhnlichen Form bestäubt geben sie hingegen ausschließlich normale Pflanzen. Ebenso entstehen nur normale Pflanzen, wenn pelorischer Pollen auf normale Blüten übertragen wird. Die Wirkung der Chromosomen, welche Pelorie veranlasst hätten, wird somit in beiden letzten Fällen durch den Einfluss der Chromosomen der normalen Form neutralisiert. Zerstört werden die Chromosomen der pelorischen Form aber nicht, denn die Nachkommen der normal entwickelten Individuen von halbpelorischem Ursprung sind zum Drittteil wieder pelorisch.

Wie eigen auch die Mischung der elterlichen Charaktere sein mag, die ein Bastard uns vorführt, sie kehrt wieder bei allen Bastarden desselben Ursprungs. Nicht so ist es bei den Nachkommen der mit eigenem Pollen bestäubten Bastarde. Solche Nachkommen zeichnen sich vielmehr durch große Variabilität aus. In den aufeinander folgenden Generationen derselben macht sich, bei steter Bestäubung mit eigenem Pollen, die Neigung immer mehr geltend, zu dem Typus der ursprünglichen Erzeuger zurückzukehren. Nur ganz wenige Bastarde pflanzen sich, mit eigenem Pollen bestäubt, unverändert fort und sind solcher Weise wirklich zu neuen Arten geworden. Die Variabilität der Nachkommen von Bastarden sucht Weismann[2]) durch Reduktionsteilungen bei Anlage der Geschlechtszellen zu erklären. Diese Reduktionsteilungen sollen ja ungleiche Produkte liefern, und die Vereinigung der ungleichen Produkte dann Ursache der Veränderung sein. Die Möglichkeit einer solchen Erklärung ist aber thatsächlich ausgeschlossen, da es Reduktionsteilungen weder im Pflanzenreich, noch auch überhaupt gibt. — Die Variabilität der Nachkommenschaft von Bastarden muss somit andere Ursachen haben. Wir suchen dieselben in den Vorgängen, welche sich bei der Reduktion der Chromosomenzahl in den Sporenmutterzellen abspielen. Dass Bastarde gleichen Ursprungs in der ersten Generation mit einander übereinstimmen, hängt damit zusammen, dass die Chromosomen beider Eltern neben einander in allen Kernen dieser Bastarde fortbestehen und in einer bestimmten Weise die Entwicklungsvorgänge beeinflussen. Anders die Nachkommen dieser

1) Das Variieren der Tiere und Pflanzen im Zustande der Domestikation. Deutsche Uebersetzung, 1868, Bd. II, S. 92.

2) Das Keimplasma, eine Theorie der Vererbung, 1892, S. 293.

Bastarde, wohl aus dem Grunde, weil bei der Bildung der Sporenmutterzellen (Pollen- und Embryosack-Mutterzellen) im Bastard eine Verschmelzung seiner elterlichen Chromosomen und eine entsprechende Reduktion seiner Idenzahl sich vollziehen muss. Da werden die Verschmelzungen in verschiedener Weise vor sich gehen, Interferenzerscheinungen verschiedener Art sich geltend machen und dann durch entsprechende Beeinflussung der Entwicklungsvorgänge Veranlassung zu einer Verschiedenheit der Produkte geben. Ein unverändertes Fortbestehen der Nachkommen von Bastarden dürfte nur in denjenigen Fällen möglich sein, in welchen die Chromosomen und Iden der ursprünglichen Eltern, auch nach erfolgter Reduktion und Verschmelzung fortfahren sich in demselben Verhältnis wie zuvor das Gleichgewicht zu halten.

Wir haben es versucht, die Bedeutung der Chromosomenzahl, wie sie sich zu Beginn der geschlechtlichen Generation im heterogenen Generationswechsel der Pflanzen vollzieht, phylogenetisch zu erklären; wir fassten sie auf als eine Rückkehr zu dem ursprünglichen Zustand, in einem Worte als eine Wiederholung der Phylogenie in der ontogenetischen Entwicklung. Diese Auffassung scheint mir auch die einzig zulässige im Tierreich zu sein. Anders die Frage, ob die Doppelteilungen der Samenmutterzellen und Eimutterzellen, die bei Metazoen zur Bildung der Geschlechtsprodukte führen, eine besondere Generation bedeuten. Ich neige entschieden zu dieser Annahme. Diese Generation wäre aber bis auf jene Vorgänge reduziert, die für Bildung der Geschlechtsprodukte notwendig sind. Daraus ließe sich auch die Uebereinstimmung erklären, welche die Bildung der Geschlechtsprodukte in den verschiedenen Abteilungen der Metazoen zeigt. Ja, auch die auffällige Uebereinstimmung mit den Vorgängen, welche zur Bildung der Geschlechtskerne bei den Infusorien führen, würde dadurch in ein anderes Licht treten.

Damit gelangen wir aber zu einer andern Frage, welche diejenigen Teilungsvorgänge betrifft, die zur Bildung der Geschlechtsprodukte führen.

Die Bedeutung dieser Vorgänge sei hier zunächst für das Pflanzenreich ins Auge gefasst.

Dass die Zahlenreduktion der Chromosomen als solche, so groß auch deren Bedeutung für den Befruchtungsvorgang ist, nicht in unmittelbarer Beziehung zur Bildung der Geschlechtsprodukte steht, dürfte nunmehr wohl sicher gestellt sein. Andrerseits konstatierten wir auch, dass die Zellkerne, in welchen die Chromosomenreduktion sich vollzieht, durch ihren Chromatinreichtum ausgezeichnet sind. Dieser ihr Chromatinreichtum ist es jedenfalls, der sie zu rascher Teilungsfolge anregt; demgemäß sehen wir übereinstimmend die Sporenmutterzellen der höheren Kryptogamen, sowie die Pollen- und Embryosack-

mutterzellen der Phanerogamen, sich schnell hintereinander teilen. Der Mutterzellkern macht nach dem ersten Teilungsschritt kaum eine Ruhepause durch, zum Mindesten bleibt er sehr chromatinreich ohne in den sonst üblichen chromatinarmen Ruhezustand einzutreten. In gewissen Fällen, so in Sporenmutterzellen der früher erwähnten Lebermoose, wird sogar simultan eine Vierteilung des Mutterzellkerns ausgeführt. Das erinnert Alles auffallend an die raschen Teilungsschritte in den Samen- und Eimutterzellen der Tiere, ohne dass bei den Pflanzen Geschlechtsprodukte dabei entstehen und ohne dass die erzeugten Zellen sich, wie es bei den Geschlechtsprodukten der Fall ist, zur weiteren Teilung unfähig zeigen. Andrerseits lässt sich auch im Pflanzenreich Chromatinreichtum bei denjenigen Kernen konstatieren, die zur Bildung von Geschlechtsprodukten verwandt werden. Auch da pflegt der Chromatinreichtum zu rasch aufeinander folgenden Kernteilungen anzuregen. Diese Teilungen liefern Produkte, die ohne Befruchtung meist unfähig zur weiteren Entwicklung sind. Bei starker Ausdehnung der geschlechtlichen Generation der mit heterogenem Generationswechsel versehenen Pflanzen trennt ein weiter Zwischenraum die raschen Teilungsvorgänge, die auf die Zahlenreduktion der Chromosomen folgen, von denjenigen, die sich bei Bildung der Geschlechtsprodukte einstellen. In dem Maße, als die geschlechtliche Generation eine Verkürzung erfährt, rücken beide Vorgänge näher aneinander und schließen zuletzt im Embryosack der Angiospermen unmittelbar zusammen. Im Embryosack von *Lilium* sind es ja nur noch drei Teilungsschritte, welche die Bildung des Eies von der Zahlenreduktion im Mutterzellkern trennen. Alle drei Teilungen folgen sich unmittelbar und zeigen unausgesetzt den gleichen Chromatinreichtum der Kerne. — In den Samenmutterzellen und Eimutterzellen der Tiere wird die Anregung zur Teilung, die von dem Chromatinreichtum der Mutterkerne bei der Zahlenreduktion der Chromosomen ausgeht, gleich zur Bildung der Geschlechtsprodukte verwandt. Die beiden Vorgänge, die uns bei Pflanzen zuerst getrennt entgegentreten, fallen hier vollständig zu einem einzigen Vorgang zusammen. Dieselben Ursachen aber, welche veranlassen, dass in den Sporenmutterzellen der Pflanzen auf die Zahlenreduktion der Chromosomen eine rasche Vierteilung folgt, mögen auch im Anschluss an den nämlichen Vorgang die so allgemein verbreitete Vierteilung der Samenmutterzellen und Eimutterzellen bei Metazoen bedingen, da diese dort aber unmittelbar die Geschlechtsprodukte liefert, zugleich auch deren Vierzahl bestimmen.

Die raschen Kernteilungen, welche bei Pflanzen auf die Zahlenreduktion der Chromosomen in den Sporenmutterzellen folgen, verhindern bei denselben nicht die weitere Entwicklungsunfähigkeit der Teilungsprodukte. Die raschen Teilungen, welche dort, getrennt von den ersteren, zur Bildung der Geschlechtsprodukte führen, müssen so-

mit, um deren selbständige Entwicklungsfähigkeit aufzuheben, noch von besonderen Erscheinungen begleitet sein. Ich habe versucht, mir über die Ursachen dieser Verhinderung, auf Grund der gesammelten Erfahrungen, eine bestimmte Vorstellung zu bilden. — Fassen wir die Anfänge geschlechtlicher Differenzierung im Pflanzenreiche ins Auge, wo sie in so einfacher Form wie bei *Ulothrix* uns entgegentreten, so finden wir, dass über ein bestimmtes Maß hinausgehende Zellteilungen es sind, welche die Entwicklungsunfähigkeit der Geschlechtsprodukte bedingen[1]). Dieselbe Zelle, die bei einer begrenzten Zahl von Teilungen entwicklungsfähige ungeschlechtliche Schwärmsporen liefert, erzeugt bei einer größeren Zahl von Teilungen entwicklungsunfähige geschlechtliche Gameten. Diese Gameten unterscheiden sich von den Schwärmsporen nur durch geringere Größe und durch den Besitz von nur zwei Cilien an Stelle von vier. Ich war seinerzeit bemüht, eine Beziehung der Cilien bei Schwärmsporen, Gameten und pflanzlichen Spermatozoiden zum aktiven Bestandteil des Cytoplasma, der auch die Strahlungen um die Centrosphären, die Spindelfasern und Verbindungsfäden in sich teilenden Zellen bildet, und den ich Kinoplasma nannte[2]), nachzuweisen[3]). Die Verminderung der Cilienzahl an den Gameten von *Ulothrix*, könnte danach der sichtbare Ausdruck für eine Verminderung ihres Kinoplasma sein, die geringere Größe dieser Gameten zugleich eine entsprechende Abnahme ihres Nährplasma, oder Trophoplasma[4]), bedeuten. Die mit einander kopulierenden Gameten von *Ulothrix* gleichen einander, und so wäre denn anzunehmen, dass die ganz aufgehobene oder doch sehr beschränkte Entwicklungsfähigkeit dieser Gameten[5]) bei nicht eintretender Vereinigung sowohl durch Mangel an Kinoplasma als auch an Trophoplasma bedingt sei. Bei einem Mangel an diesen Substanzen würde der Kern zur Teilung eben nicht angeregt werden, auch wenn er als solcher teilungsfähig verbliebe. Ihn für teilungsfähig zu halten liegt aber nah, da nicht einzusehen ist, warum ihm unter entsprechenden Ernährungsbedingungen die Fähigkeit des Wachstums und somit auch der Teilung abgehen sollte. — Mit fortschreitender Differenzierung der pflanzlichen Geschlechtsprodukte bildete sich dann eine Arbeitsteilung zwischen denselben aus. Den männlichen Zellen fiel, so möchte ich annehmen, das für die Teilungsvorgänge nötige Kinoplasma, den weiblichen das nötige Trophoplasma zu. Den männlichen Geschlechtszellen wurde andrerseits das für ihre

1) Strasburger, Schwärmsporen, Gameten etc. Histol. Beitr., Heft IV, 1892, S. 88.

2) Ebendas. S. 60.

3) Ebendas. S. 96 u. a, m.

4) Strasburger, Ueber die Wirkungsphäre der Kerne und die Zellengröße. Histol. Beitr., Heft V, 1893, S. 98.

5) Vergl. Schwärmsporen, Gameten etr., S. 88.

Teilung nötige Trophoplasma, den weiblichen das nötige Kinoplasma entzogen. Daher erst die Vereinigung beider Zellen ein entwicklungsfähiges Produkt ergeben kann. In solcher Weise möchte ich zum Mindesten die bei meinen Untersuchungen über Schwärmsporen, Gameten und pflanzlichen Spermatozoiden [1]) gewonnenen Erfahrungen verwerten, denn dieselben lehrten mich, dass einerseits auch den extremsten Formen pflanzlicher Spermatozoiden außer dem Kern ein kinoplasmatischer Bestandteil zukommt [2]), während dieselben den trophoplasmatischen Teil ihrer Mutterzelle in einem Bläschen abstoßen; dass andrerseits die Eier meist auffallend reich an Trophoplasma sind. Auch die männlichen Zellen im Pollenschlauch der Angiospermen enthalten außer dem Zellkern nur Kinoplasma [3]), während der trophoplasmatische Inhalt der Eier sich an körnigen Einschlüssen stets kenntlich macht. Schon bei den Florideen, unter den Algen, büßen die Spermatozoiden die zum Trophoplasma gehörenden Chromatophoren ein [4]), und werden daher unfähig sich zu ernähren; so gehen die Chromatophoren den männlichen Zellen auch aller höheren Pflanzen ab, während sie den pflanzlichen Eiern dauernd erhalten bleiben [5]).

Meine Ansicht geht also dahin, dass bei der Vereinigung von Spermatozoiden und Eiern im Vorgang der Befruchtung das Spermatozoid dem Ei das mangelnde Kinoplasma zuführt, selbst aber im Ei das ihm fehlende Trophoplasma vorfindet. Durch die Vereinigung beider Zellen sind dann die Bedingungen geschaffen, die zu neuen Kernteilungen und damit auch zur weiteren Entwicklung anregen. So würde sich auch die von den Gebrüdern Hertwig [6]) festgestellte Thatsache erklären, dass auch solche in das Ei eingedrungene Spermakerne sich dort teilen können, die nicht zur Vereinigung mit dem Eikern kamen, so auch die weitere scheinbar noch auffälligere, von den Gebrüdern Hertwig [7]) und von Boveri [8]) beobachtete Erscheinung, dass Spermakerne in kernfreien Bruchstücken von Eiern sich zu teilen und Furchungserscheinungen zu veranlassen vermögen. Darnach dürften die Verhältnisse im Tierreich nicht anders als im Pflanzenreich liegen und im Sinne

---

1) Histol. Beiträge, Heft IV.

2) Ebendas. S. 118.

3) Ebendas. S. 133.

4) Schmitz, Chromatophoren der Algen, Sep.-Abdr., S. 122.

5) Vergl. Schimper, Untersuchungen über die Chlorophyllkörper etc. Zeitschr. f. wiss. Bot, Bd. XVI, 1885, S. 6.

6) Ueber den Befruchtungs- und Teilungsvorgang des tierischen Eies unter dem Einfluss äußerer Agentien, 1887, S. 15 ff.

7) Ebendas. S. 107 und O. Hertwig, Ei- und Samenbildung bei Nematoden. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 36, S. 85.

8) Ein geschlechtlich erzeugter Organismus ohne mütterliche Eigenschaften. Gesellsch. f. Morph. u. Physiol. zu München, Sitzung vom 16. Juli 1889.

meiner Auffassung sich auch die Angaben von Boveri[1]) und Henking[2]) verwerten lassen, dass bei *Ascaris* und in einigen andern Fällen an den Kernspindeln in den Eimutterzellen, im Gegensatz zu denjenigen in den Samenmutterzellen, keine Centrosomen zu erkennen sind. Da die Centrosomen individualisierte kinoplasmatische Centren darstellen und sich als Centren der kinoplasmatischen Strahlung besonders markieren, so müssen sie bei Mangel an Kinoplasma und somit auch bei fehlender Strahlung, wenig sichtbar werden. Das spricht wohl andrerseits alles für die von mir hier vertretene Ansicht, dass die Unfähigkeit der Geschlechtsprodukte zu selbständiger Weiterentwicklung nicht durch die Teilungsunfähigkeit ihrer Kerne als solcher, sondern durch den Mangel anderweitiger zu deren Teilung notwendiger aktiver Substanzen bedingt sei. Ob die Zuführung der fehlenden Substanz bei der Befruchtung einfach nur als eine Ergänzung dieser Substanz gelten kann und durch deren Ergänzung allein schon die Bedingungen für die weitere Entwicklung schafft oder ob nicht etwa ihr besonderer Ursprung als Reiz mitwirkt, mag dahingestellt bleiben. Letztes anzunehmen liegt nah und lässt sich durch solche Konjugationsvorgänge bei Infusorien stützen, bei welchen die beiden konjugierenden, sich nach der Konjugation wieder trennenden Individuen ihre Spermakerne (Konjugationskerne) austauschen und allem Anschein nach dieselben Elemente an einander abgeben, die sie von einander empfangen.

Während die rasch aufeinander folgenden Teilungen bei *Ulothrix* zur Bildung von Gameten führen, denen es sowohl an Kinoplasma wie an Trophoplasma zur Weiterentwicklung fehlt, wird bei Bildung differenzierterer Geschlechtsprodukte der schließliche Mangel an Trophoplasma in den männlichen, an Kinoplasma in den weiblichen Zellen, nicht allein durch die rasche Aufeinanderfolge der Teilungen, sondern augenscheinlich auch durch Absonderung oder Auflösung der betreffenden Substanzen bewirkt. So bleiben oft bei Bildung pflanzlicher Spermatozoiden körnige Substanzreste unverbraucht zurück, vielfach werden sie auch in einem anhängenden Bläschen von den Spermatozoiden mit auf den Weg genommen, vor der Befruchtung aber abgeworfen. Andrerseits stoßen manche Eier, wie die von *Vaucheria* und einiger Oedogonien[3]) vor der Befruchtung farblose Plasmamassen aus, die wohl Kinoplasma sein könnten.

---

1) Zellstudien Heft I S. 22, Heft II a. a. O. und Befruchtung, in: Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte, herausgegeben von Merkel und Bonnet, 1892, S. 469.

2) Ueber plasmatische Strahlungen. Verh. d. deutsch. zool. Ges., 1891.

3) Nicht bei allen, wie Klebahn neuerdings zeigte: Studien über Zygoten II, die Befruchtung von *Oedogonium Boscii*. Zeitschr. f. wiss. Bot., Bd. XXIV, 1892, S. 248.

Unter allen Umständen wird aber dafür gesorgt, dass die Geschlechtszellen aus dem Gewebeverbande gelöst oder doch so von der Umgebung abgegrenzt werden, dass sie ihr nicht die fehlenden cytoplasmatischen Substanzen direkt entnehmen können. Auffällig ist in dieser Beziehung der Abschluss, den die männlichen Zellen bei den Phanerogamen zeigen, da ihm eine andere Bedeutung nicht zukommen kann. Diese Zellen bleiben ja im Cytoplasma des Pollenschlauches eingebettet, werden von diesem an ihren Bestimmungsort geführt, brauchen sich nicht selbständig zu bewegen, bleiben aber trotzdem bis zuletzt durch eine Hautschicht von der Umgebung abgeschlossen.

Bei Nematoden und *Pterotrachea* hat Boveri, bei *Asteracanthion* O. Hertwig, die schon einmal berührte bemerkenswerte Beobachtung gemacht, dass eine parthenogenetische Entwicklung der Eier eingeleitet wird, wenn die zweite Polzelle von der Eimutterzelle nicht abgeschnürt wird, vielmehr in derselben verbleibt, und ihr Kern mit seinem Schwesterkern, dem Eikern, wieder verschmilzt. Da bleibt in der That im Ei diejenige aktive Substanz auch zurück, die zur Ausführung der zweiten Kernteilung in der Eimutterzelle führte und diese mag sich weiter durch Assimilation vermehren und eine parthenogenetische Entwicklung einleiten können. Dass diese Substanz aber nicht die durch die männliche Zelle einzuführende vollgiltig zu ersetzen vermag, dass zeigt das mehr oder minder früh erfolgende Absterben der Keime [1]). Die Entwicklungsfähigkeit des Kinoplasma der Eier ist also allem Anschein nach herabgesetzt und leitet, auch bei unvollständiger Beseitigung, nur mangelhafte Entwicklung ein, es sei denn, dass neuerlangte Eigenschaften die Eier zu parthenogenetischer Entwicklung völlig geeignet machen.

Wie die Reaktionen der pflanzlichen Spermatozoiden und der männlichen Zellen der Phanerogamen lehren, kommt es bei der Befruchtung auf die Einführung nur sehr geringer Mengen von Kinoplasma in die weiblichen Zellen an [2]). Das eingeführte Kinoplasma mag sich durch Zueignung neuer Substanzteile vermehren.

Die direkte Beobachtung lehrt, dass, von Ausnahmsfällen abgesehen, die generativen Kerne nicht nur mit gleicher Chromosomenzahl, sondern auch mit gleichen Substanzmengen im Befruchtungsakt zur Vereinigung kommen. Die Gleichheit der Substanzmenge in den kopulierenden Kernen braucht aber nicht die Folge einer gleichen Zahl vorausgegangenen Teilungsschritte zu sein. Das lehren deutlich fast alle Entwicklungsgeschichten der Geschlechtszellen im Pflanzenreich. Um zunächst an zwei Beispiele zu erinnern, welche neuerdings schon von Boveri und O. Hertwig, wenn auch in anderer Absicht wie hier, herangezogen wurden, so sind es einander entsprechende Zellen

1) Vergl. O. Hertwig, Die Zelle und die Gewebe, 1893, S. 239.

2) Vergl. auch Strasburger, Schwärmsporen, Gameten etc., S. 143 u. a. m.

die bei *Eudorina* durch Teilung 16 oder 32 Spermatozoiden, oder ohne Teilung nur ein Ei bilden, die bei *Volvox globator* zum Mindesten 64 Spermatozoiden, aber nur ein Ei erzeugen. In den Antheridien der *Fucus*-Arten werden 64 Spermatozoiden, in den Oogonien nur 8 Eier angelegt. Bei allen höheren Kryptogamen ist die Zahl der Teilungen in den Antheridien vielmals größer als in den Archegonien und so auch stimmt die Zahl der Teilungen, welche die männlichen und weiblichen Geschlechtszellen bei den Phanerogamen liefern, durchaus nicht überein. — Auch im Tierreich ist die Zahl der Teilungsschritte, welche die Urmutterzellen von den Samenmutterzellen einerseits, den Eimutterzellen andrerseits trennt, sehr verschieden groß und zwar im ersteren Falle weit größer, wie sich das ja unmittelbar schon aus dem Vergleich der weit bedeutenderen Menge erzeugter Spermatozoen mit der Zahl der Eier ergibt. Eingehende Untersuchungen haben andrerseits aber gelehrt, dass bei Metazoen eine Uebereinstimmung der letzten beiden Teilungsschritte der Mutterzellen, welche die vier Spermatozoen einerseits, ein befruchtungsfähiges und drei reduzierte Eier andrerseits ergeben, besteht. Man hat aus dieser Uebereinstimmung hier auf die Homologie beider Vorgänge geschlossen, während sie wohl nur die Folge der in gleicher Weise durch den in den Mutterzellen erfolgten Reduktionsvorgang angeregten Teilungen ist. Im Pflanzenreich, wo der Reduktionsvorgang und die Bildung der Geschlechtsprodukte auseinander liegen, herrscht eine ähnliche Uebereinstimmung der Teilungsschritte bei Bildung der Geschlechtsprodukte nicht, hingegen tritt sie uns in den Teilungsvorgängen der Sporenmutterzellen allgemein entgegen, selbst auch dort, wo, wie bei der Bildung der Makrospore der Hydropteriden, von den vier erzeugten Zellen eine sich nur weiter entwickelt, drei hingegen nachträglich verdrängt werden. Diese Vierteilungen folgen aber auch hier alle auf den Reduktionsvorgang der Chromosomen. Das letzte Beispiel würde im gewissen Sinne der Eibildung bei den Metazoen entsprechen. Wie bei der Bildung jener Makrosporen, so auch derjenigen tierischer Eier, hätte sich wohl schon eine direkte Umbildung der Mutterzelle zu der einen Makrospore, beziehungsweise dem einzigen notwendigen Ei eingestellt, wenn nicht innere Ursachen zur Vierteilung drängten. Diese Ursachen können hier aber nur in dem Reduktionsvorgang gegeben sein, da er den einzig übereinstimmenden Ausgangspunkt der beiden Vorgänge abgibt.

Dass die Richtungskörperchen, oder wie sie jetzt besser zu nennen sind, die Polzellen tierischer Eier, „rudimentäre Zellen seien, denen atavistische Bedeutung zukomme“ sprach zuerst Giard[1]), dass sie als

1) Sur les modifications qui subit l'oeuf des Méduses phanérocopes avant la fécondation. Comptes rendus du l'Acad. des sciences, Paris, 19 mars, 1877.

Abortiveier zu deuten seien zuerst Mark[1]) aus; Bütschli[2]) und Boveri[3]) suchten diese Auffassung weiter zu begründen. Auf die Uebereinstimmung, welche die Teilungsvorgänge in den Samenmutterzellen und Eimutterzellen zeigen, wurde dann von Platner[4]) und besonders eingehend von O. Hertwig[5]) hingewiesen. So lange die Polzellen der tierischen Eier als Sekretionskörper gelten konnten, welche die Beseitigung bestimmter Bestandteile des Eies vermitteln und in direkter Beziehung zum Befruchtungsvorgang stehen, konnte man auch versucht sein, gewisse, an manchen pflanzlichen Eiern beobachtete Substanzausstoßungen oder Abgrenzungen mit den „Richtungskörperchen" zu vergleichen. Jetzt ist die Lage eine ganz andre geworden und könnte es sich allenfalls nur fragen, ob nicht etwa die Bauchkanalzellen, die von den Eiern der höheren Kryptogamen und meisten Gymnospermen durch Zellteilung abgetrennt werden, als abortive Schwesterzellen der Eier und somit dann thatsächlich als Polzellen noch gelten können. Ein wenig beachteter, wenn auch schon richtig gedeuteter[6]) Fall, welcher die Bildung von Polzellen im Pflanzenreiche in einer dem Tierreiche ganz entsprechenden Weise zeigt, ist aber bei Fucaceen gegeben. Ich gehe auf diesen Fall hier ein, weil er in seinem ganzen phylogenetischen Zusammenhang noch vorliegt und somit zur weiteren Bestätigung der bei Tieren gewonnenen Deutung noch dienen kann. Bei *Fucus* wird der Mutterkern des Oogoniums durch succedane Teilung in acht Kerne zerlegt, die sich gleichmäßig im Cytoplasma verteilen, welches hierauf ohne Rest sich in acht Eier zerlegt. Bei *Ascophyllum nodosum* konnte nun Oltmanns auch eine succedane Teilung des Mutterkerns des Oogoniums in acht Kerne nachweisen. Die Kerne verteilen sich zunächst gleichmäßig, ändern aber später ihre Lage, so dass vier sich tetraedrisch anordnen, vier nach der Mitte rücken. Dann werden simultan vier große befruchtungsfähige peripherische, und vier fast nur auf die Kerne beschränkte zentrale reduzierte Eier erzeugt[7]). An der Deutung der letzteren als

1) Maturation, Fecundation and Segmentation of *Limax campestris*, Bull. of the Mus. of Com. Zool. Harv. Coll. Cambridge, Mass., Vol. VI, 1881.

2) Gedanken über die morph. Bedeutung der sog. Richtungskörperchen. Biol. Centralbl., 1885, S. 5.

3) Ueber die Bedeutung der Richtungskörper. Sitzungsber. der Ges. f. Morph. u. Phys. in München, Bd. III, Heft 3, 1887 und Zellenstudien, Heft 3, 1890, S. 72.

4) Ueber die Bedeutung der Richtungskörperchen. Biol. Centralbl, Bd. VIII, 1889, S. 718.

5) Vergl. die Ei- und Samenbildung bei Nematoden. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 36, 1890.

6) Durch Oltmanns, Beiträge zur Kenntnis der Fucaceen. Bibliotheca botanica, Heft 14, 1889.

7) l. c. S. 86.

solchen, lässt der Vergleich mit *Fucus* keinen Zweifel. Im Oogonium von *Pelvetia canaliculata* werden zunächst auch acht Kerne erzeugt, zwei derselben stellen sich hierauf in die Brennpunkte des annähernd elliptischen Organs, die sechs anderen ordnen sich zu einem peripherischen Kreise im Aequator an. Hierauf entstehen durch simultane Teilung des Cytoplasma zwei große befruchtungsfähige und sechs ganz kleine reduzierte Eier [1]). Im Oogonium von *Himanthalia lorea* endlich sieht man, nachdem die Kerne sich auf acht vermehrten, einen Kern sich in die Mitte stellen, die anderen in der Peripherie verteilen. Ein großes Ei wird hierauf um den zentralen Kern, sieben reduzierte um die peripherischen Kerne gebildet [2]). So können wir bei den Fucaceen eine stufenweise Reduktion der acht Eier auf ein Ei verfolgen, ein Vorgang, auf den bei den Metazoen nur durch Vergleich mit der Samenbildung geschlossen werden kann. — Nicht unwichtig ist es vielleicht, hier noch einmal darauf hinzuweisen, dass das Pflanzenreich auch einen, der vorgreifenden Längsspaltung der Chromosomen in den Samenmutterzellen und Eimutterzellen der Metazoen analogen Fall aufzuweisen hat. Dieser Fall kommt bei den Lebermoosen vor, spielt sich aber nicht bei Bildung der Geschlechtsprodukte, sondern bei der Teilung der Sporenmutterzellen ab. Bei *Pallavicinia*, *Aneura*, werden im Kern der Sporenmutterzelle, wie Farmer zeigte [3]), die Chromosomen gleich für die beiden folgenden Kernteilungen durch Spaltung vorbereitet und hierauf eine simultane Vierteilung des Kerns vollzogen. Die durch den Chromatinreichtum des Mutterkerns angeregte rasche Aufeinanderfolge der Teilungen hat hier somit zu einer vollständigen Zusammenziehung von zwei Teilungsvorgängen auf einen geführt, einer Verkürzung des Vorgangs, der noch über den in den Samenmutterzellen und Eimutterzellen der Metazoen gegebenen hinausgeht. Dass dieser Vorgang in den Sporenmutterzellen der Lebermoose in keinerlei Beziehung zu der Befruchtung steht, braucht nicht erst hervorgehoben zu werden; dass es bei demselben auch nicht auf eine Verteilung ganzer, unter sich verschiedener Chromosomen auf die einzelnen Sporen abgesehen sein kann, leuchtet ohne Weiteres ein.

Die jetzigen Erfahrungen auf dem Gebiet der Befruchtungslehre gehen im allgemeinen dahin, dass Spermakern und Eikern mit gleicher Chromosomenzahl im Befruchtungsakt zur Vereinigung kommen. Die auffälligste Ausnahme von dieser Regel stellt bis jetzt der Fall von *Arion empiricorum* vor, bei welchem nach Platner der Spermakern nur zwei, der Eikern relativ zahlreiche Chromosomen führen soll [4]).

1) l. c. S. 88.

2) Ebendas.

3) On *Pa lavicinia decipiens*. Ann. of Botany, Vol. VIII, 1894, p. 49.

4) Ueber die Befruchtung bei *Arion empiricorum*. Arch. f. mikr. Anat., 1866, Bd. 27, S. 32.

Die Feststellung der Tragweite der Chromosomengleichheit von Spermakern und Eikern für die Vererbungsfragen führte zur Vernachlässigung der früheren Angaben über gewisse Schwankungen in der Chromosomenzahl der Geschlechtsprodukte. Man war geneigt, diese Schwankungen auf Beobachtungsfehler zurückzuführen. Thatsächlich ist es aber richtig, dass geringe Abweichungen von der typischen Chromosomenzahl in den Geschlechtsprodukten möglich sind, und dass die Natur wohl im Allgemeinen, nicht aber ganz ausnahmslos, sich an die gegebene Zahl bindet. In den Pollenmutterzellen, die es besonders leicht gestatten, dass man sichere Zählungen in großer Anzahl ausführe, lassen sich Differenzen von einigen wenigen Chromosomen über und unter der normalen gelegentlich bestimmt feststellen. So gab ich beispielsweise bereits an [1]), auch nachdem ich die Bedeutung erkannt hatte, welche eine konstante Chromosomenzahl in den Geschlechtsprodukten für den Befruchtungsakt besitzt, dass bei *Chlorophytum Sternbergianum* Antherenfächer vorkommen können, deren Pollenkörner 14 statt 12 Chromosomen führen. Doch das sind belanglose Abweichungen; denn angenommen, ein Spermakern von 14 Chromosomen verbände sich bei *Chlorophytum* mit einem Eikern von 12 Chromosomen, so würde das ein kleines Uebergewicht den männlichen Elementen verschaffen, das wenig in Betracht käme, eventuell in einer späteren Generation sich in umgekehrter Richtung wieder ausgleichen könnte. Anders dagegen, wenn Spermakern oder Eikern mit dauernd bevorzugter Chromosomenzahl zur Ausbildung gelangen sollte. Derartige Fälle, und zwar mit Bevorzugung des Eikerns, liegen nun allem Anschein nach im Pflanzenreich vor und beweisen uns von Neuem, dass sich die organische Entwicklung durch von uns abstrahierte Regeln nicht zu binden braucht. Die gedachten Fälle sind im Pflanzenreich vorwiegend an vielkernige Algen und Pilze, das heißt an solche Organismen, die innerhalb eines cytoplasmatischen Zellkörpers zahlreiche Kerne führen, geknüpft. Den Angaben von Schmitz [2]) und J. Behrens [3]) nach sollen im Oogonium von *Vaucheria* zahlreiche Zellkerne verschmelzen, um den Eikern zu bilden [4]). Diese Verschmelzung der Kerne müsste entsprechend zahlreiche Chromosomen im Eikern ergeben, während die Befruchtung desselben durch einen Spermakern erfolgt, der einem einzigen Zellkern den Ursprung

1) Ueber Kern- und Zellteilung im Pflanzenreich. Histol. Beitr., Heft I, 1888, S. 49.

2) Ueber die Zellkerne der Thallophyten. Sitzungsber. der niederrh. Gesellschaft f. Natur- und Heilkunde zu Bonn, 1879, S. 349, Sonder-Abdr. S. 5.

3) Einige Beobachtungen über die Entwicklung des Oogons und der Oosphäre von *Vaucheria*. Ber. d. deutsch. bot. Ges., 1890, S. 316.

4) Klebahn hält die Angaben bei *Vaucheria* noch nicht für erwiesen, Studien über Zygoten II. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. XXIV, S. 237.

aller Wahrscheinlichkeit hervor, dass während die Spermatozoen von *Sphaeroplea annulina* nur einen Zellkern bei ihrer Entstehung erhalten, der weit größere Eikern aus der Verschmelzung einer großen Zahl entsprechender Kerne hervorgeht. Ebenso behauptet auch schon Schmitz[2]), dass der Eikern von *Aphanomyces laevis* durch Verschmelzung zahlreicher kleiner Kerne gebildet werde. Nach den Angaben von Wagner[3]), die Marcus M. Hartog[4]) bekräftigt, fallen von den zahlreichen Kernen eines Oogoniums von *Peronospora parasitica* zwei oder mehr dem Ei zu, wo sie zu einem einzigen Eikern verschmelzen, während die übrigen, in großer Mehrzahl, außerhalb des Eies im Periplasma zu liegen kommen. Bei Saprolegnien endlich verdanken nach Marcus M. Hartog die Eikerne ebenfalls einer wiederholten Fusion von Kernen ihre Entstehung[5]). In allen diesen Fällen soll aber die Befruchtung durch Spermakerne erfolgen, die einkernigen Ursprungs sind. Bei *Saprolegnia* unterbleibt meist diese Befruchtung und eine parthenogenetische Entwicklung tritt ein, die Marcus M. Hartog sich durch die inneren Fusionen bei Bildung des Eikerns begünstigt denkt. Er stellt sich diesen Vorgang vor als eine Verschmelzung potentieller Gameten und möchte in demselben eine Art innerer Befruchtung erblicken. Eine Verschmelzung von Kernen zur Bildung des Eikerns mag in der That parthenogenetische Entwicklung fördern, ein ähnlicher Effekt wird ja, wie wir zuvor schon berührten, erzielt, wenn der Kern der zweiten Polzelle von Metazoen mit dem Eikern kopuliert. Eine innere Befruchtung möchte ich in einem solchen Vorgang aber ebensowenig erblicken wie in der von Berthold[6]) geschilderten Verschmelzung von Kernen, die auch bei Bildung der Schwärmsporen in den Sporangien der vielkernigen Schlauchalge *Derbesia* sich vollzieht. Das Wesen der Befruchtung liegt für mich nicht im morphologischen Vorgang einer beliebigen Kernverschmelzung, vielmehr in dem physiologischen Nutzeffekt der Vereinigung von bestimmten hierzu vorbereiteten Zellen zum Zwecke des Ausgleichs individueller Abweichungen, beziehungsweise auch der Schaffung von neuen individuellen Abweichungen. Von diesem Stand-

---

1) Recherches sur la *Sphaeroplea annulina*. Archives néerlandaises des sc. exactes et nat., Tome XXII, 1887, S. 140 u. 141.

2) l. c., Sonder-Abdr., S. 15.

3) Observations on the structure of the Nuclei in *Peronospora parasitica* etc. Ann. of Bot., Vol. IV, 1889—1891, S. 139.

4) Some Problems of Reproduktion etc. Quart. Journ. of micr. science, Vol. XXXIII, 1891, Sonder-Abdr., S. 22.

5) Ebendas. S. 23.

6) Zur Kenntnis der Siphoneen und Bangiaceen. Mitt. aus der zool. Stat. zu Neapel, II. Bd, 1. Heft, 1880, S. 77.

punkte aus beurteile ich auch die bei den Florideen an den Befruchtungsvorgang sich anschließenden Erscheinungen, deren eingehende Kenntnis wir Schmitz verdanken [1]). Im einfachsten Fall tritt uns auch bei den Florideen nur der gewohnte Befruchtungsvorgang entgegen. Das Ei wird durch das Spermatozoid (hier meist Spermatium genannt) befruchtet und treibt Zellfäden, die sich verzweigen und Sporen, Carposporen, bilden. In andern Fällen legen sich diese sporenbildenden Fäden zunächst an andere Zellen, deren Inhalt sie durch feine Poren oder weitere Oeffnungen aufnehmen, um dann so erst zur Carposporenbildung zu schreiten. Da liegt augenscheinlich nur ein besonderer Ernährungsvorgang vor, der die Carposporenbildung fördert. In noch andern, und zwar den zahlreichsten Fällen, tritt die Kopulation eines von der befruchteten Eizelle getriebenen Fortsatzes mit einer Auxiliarzelle ein, wobei die Zellkörper und Kerne beider Zellen verschmelzen; oder zahlreiche Schläuche, Ooblasteme, sprossen aus dem befruchteten Ei hervor, um mit entsprechenden Auxiliarzellen in gleicher Weise zu kopulieren. Das mit der Auxiliarzelle erzeugte Kopulationsprodukt kann endlich noch ähnliche Fusionen mit Nachbarzellen eingehen. Aus dem letzten Kopulationsprodukt gehen dann schließlich stets Büschel sporenbildender Fäden hervor. — Wie oben schon begründet wurde, bin ich geneigt, in allen diesen Fällen nur einen Befruchtungsvorgang anzunehmen, denjenigen Vorgang, durch welchen die Vereinigung des Spermatozoids mit dem Ei vollzogen wird. Die folgenden Fusionen fügen ja nur den Chromosomen des Spermakerns und Eikerns die Chromosomen von Kernen hinzu, die wohl die Sporenbildung, nicht aber den physiologischen Nutzen der Befruchtung fördern können. Denn handelt es sich um eine monöcische Art, und ist dieselbe mit den eigenen Spermatozoiden befruchtet worden, so fügen die Auxiliarzellen, im Hinblick auf das durch die Befruchtung erzeugte Verhältnis, gewissermaßen nur indifferente Chromosomen dem Eikern hinzu; handelt es sich aber um eine diöcische Art oder stammen bei der monöcischen Art die Spermatozoiden von einem anderen Individuum, so wird der Nutzeffekt der Befruchtung durch Hinzufügung von Auxiliar-Chromosomen der weiblichen Pflanze nur geschwächt. Hätten beispielsweise Spermakern und Keimkern je vier Chromosomen für den Keimkern geliefert, so würden nach der Kopulation mit der Auxiliarzelle nur vier Chromosomen der männlichen Pflanze acht Chromosomen der weiblichen gegenüberstehen bei zweimaliger Kopulation mit Auxiliarzellen, vier männliche Chromosomen zwölf weib-

1) Untersuchungen über die Befruchtung der Florideen. Sitzungsber. der Berl. Akad. d. Wissensch., 1883, S. 215; kleinere Beiträge zur Kenntnis der Florideen. La Nuova Notarisia, 1892, Serie III, p. 110; Engler, Syllabus der Vorlesungen über spezielle und medizinisch-pharmazeutische Botanik, große Ausgabe, 1892, Florideen bearbeitet von Schmitz, S. 16.

lichen. Auf diesem Wege wird durch sich wiederholende Kopulationen der Nutzeffekt der Befruchtung schließlich fast ganz aufgehoben. Es stellt sich da das nämliche Ergebnis ein, wie bei solchen Algen und Pilzen, deren Eikern aus mehreren Kernen, deren Spermakern aber nur aus einem Kern hervorgeht. Anderweitiger Vorteile wegen werden in solchen Fällen die aus der Befruchtung entspringenden eben geopfert, wie es denn auch parthenogenetische und apogamische Einrichtungen im organischen Reiche gibt, durch welche die Befruchtungsvorgänge bei manchen Organismen ganz beseitigt worden sind. Solche auxiliare Kopulationsvorgänge, wie sie die Florideen aufweisen, würde ich demgemäß nicht als wiederholte Befruchtungsvorgänge, sondern als Kräftigungsvorgänge bezeichnen, nicht als Fekundation, sondern, um einen neulateinischen in der medizinischen Wissenschaft geläufigen Ausdruck zu brauchen, als Roboration.

Welche Bedeutung den von Dangeard[1]) geschilderten Verschmelzungen der beiden Kerne in den Teleutosporen der Uredineen und dem ähnlichen Vorgang bei der Sporenbildung der Ustilagineen zukommt, mag noch dahingestellt bleiben, ebenso auch die Beurteilung der Verschmelzungen, welche nach Rosen[2]) und nach Wagner[3]) zwei oder auch mehr Kerne in den Basidien der Hymenomyceten eingehen, um denjenigen Kern zu erzeugen, der durch seine Teilung die vier Sporenkerne liefert. Wenn die Kerne, die auf solche Weise zur Vereinigung kommen, weit auseinander liegenden Teilungsschritten in der Pflanze ihren Ursprung verdankten, so könnte immerhin durch ihre Vereinigung ein gewisser Ausgleich erzielt werden, der eine unveränderte Erhaltung der Art sichern möchte. Diese Verschmelzung der Kerne ließe sich dann in der That in ihrem physiologischen Nutzeffekt mit einem Befruchtungsvorgang vergleichen. Thatsächlich fehlen aber noch die Anknüpfungspunkte für einen verschiedenen Ursprung dieser verschmelzenden Kerne, ebenso wie für ihre Verschiedenheit überhaupt, und kann man daher geneigt sein, den Schwerpunkt der Verschmelzung hier in die Stärkung der ernährungsphysiologischen Funktionen dieser Kerne zu verlegen.

Es ist denkbar, dass bei den niederen Pflanzen mit isogenem Generationswechsel die durch Befruchtung geschaffene, vermehrte Anzahl der Chromosomen allmählich durch korrelativen Einfluss herabgesetzt wird. Es ist aber auch möglich, dass dort plötzlich, gleich bei der Keimung, eine Zahlenreduktion der Chromosomen erfolgt und dass der

1) Recherches sur la reproduction sexuelle des champignons, Le Botaniste Sér. III, Heft 6, S. 221.

2) Beiträge zur Kenntnis der Pflanzenzelle in Cohn's, Beitr. zur Biol. der Pflanzen, Bd. VI, 1892, S. 260.

3) On Nuclear Division in the *Hymenomycetes*. Annals of Bot., Vol. VII, 1893, S. 489.

durch die Befruchtung erzeugte Keimkern gleich mit herabgesetzter Chromosomenzahl in die Prophasen der Teilung eintritt. Dass eine Reduktion überhaupt erfolgen muss, unterliegt wohl keinem Zweifel; wie könnte sonst Marcus M. Hartog nur vier Chromosomen in den sich teilenden Kernen der Saprolegnien finden, da doch eine Mehrzahl von Kernen bei Bildung des Eikerns verschmilzt, und dieser somit, selbst bei parthenogenetischer Entwicklung, eine große, in jeder Generation weiter steigende Zahl von Chromosomen besitzen müsste. Spätere Untersuchungen werden hoffentlich die Art und Weise sicherstellen, in der sich die Zahlenreduktion der Chromosomen bei den niederen Gewächsen vollzieht, und auch den Ort dieser Reduktion ermitteln, inzwischen lässt sich aber bereits auf einige Erscheinungen hinweisen, welche dafür sprechen, dass diese Reduktion schon bei der Keimung des befruchteten Eies erfolgen dürfte. So gibt Klebahn an [1]), dass bei den Desmidiaceen *Closterium* und *Cosmarium* der Kern der keimenden Zygoten sich rasch zweimal hintereinander teilt, worauf erst die Zygote in zwei Zellen zerfällt, von welchen somit jede je zwei Kerne erhält. Nur je einer dieser Kerne bleibt aber in jeder der beiden Zellen bestehen. In der Zygote von *Spirogyra* erfolgt nach Chmielewski [2]) ebenfalls eine Vierteilung des Kerns, ohne von irgend einer Zellteilung begleitet zu werden. Zwei von diesen vier Kernen sollen sich zu einem fortbestehenden Kern vereinigen, zwei aufgelöst werden. O. Hertwig [3]) meint, die von Klebahn beobachteten Vorgänge hätten wohl „denselben Zweck wie die Reduktionsteilung bei der Reife der Ei- und Samenzelle. „Wie dort vor der Befruchtung durch die doppelte Teilung des Kerns eine Reduktion der Kernsubstanz auf die Hälfte eines Normalkerns herbeigeführt und so eine Summierung der Kernsubstanz durch Verschmelzung zweier Kerne in Folge der Befruchtung verhindert wird, so scheine bei den Desmidiaceen erst nach der Befruchtung eine Reduktion der Kernsubstanz noch nachträglich vorgenommen und die durch die Kopulation zweier Vollkerne hervorgerufene Verdoppelung der Kernmasse wieder zum Normalmaß zurückgeführt zu werden. Der Keimkern wird anstatt in zwei Tochterkerne durch sich unmittelbar folgende Teilungen in vier Enkelkerne zerlegt, anstatt halbiert, geviertelt: der Protoplasmakörper aber wird nur halbiert und jede Teilhälfte erhält nur einen in Funktion tretenden Kern, während zwei der vier Kerne als entbehrlich geworden zu Grunde gehen.“ — Ich erblicke in der bei der Keimung der

1) Studien über Zygoten I, Die Keimung von *Closterium* und *Cosmarium*. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. XXII, 1891, S. 415.

2) Abhandlung in russischer Sprache, eingehender Bericht in Famintzin's Uebersicht der Leistungen auf dem Gebiete der Botanik in Russland, während des Jahres 1890, S. 16.

3) Die Zelle und das Gewebe, S. 225.

Desmidiaceen- und *Spirogyra*-Zygoten beobachteten raschen Vierteilung des Kerns nur einen Anknüpfungspunkt für die Annahme einer in diesem Kern vollzogenen Zahlenreduktion der Chromosomen. Ist dieser Reduktionsvorgang, wie auch sonst, mit Chromatinzunahme verknüpft, so treibt diese den Kern zur raschen Teilung an. Es wäre das derselbe Vorgang, wie er in den Sporenmutterzellen der höheren Pflanzen sich vollzieht, in den Pollenmutterzellen auch vielfach Kernteilungen ohne gleichzeitige Zellteilungen veranlasst. Zu dem Befruchtungsvorgang, der die Zygoten erzeugt, würde dieser Vorgang ebensowenig Beziehung haben wie die Teilungen einer Sporenmutterzelle der höheren Pflanzen zur Bildung der Geschlechtsprodukte derselben. Ist die Angabe von Chmielewski richtig, dass zwei der erzeugten Kerne bei *Spirogyra* wieder zu einem verschmelzen, so müsste in diesem eine anderweite Reduktion der Chromosomenzahl nachträglich erfolgen.

Dass mit den Sporenmutterzellen, Pollen- und Embryosackmutterzellen die neue Generation im heterogenen Generationswechsel der höheren Pflanzen wirklich anhebt, wird auch durch die Loslösung dieser Zellen aus dem Gewebeverbande ihrer Mutterpflanze angezeigt. Von ihrer Selbständigkeit machen diese Zellen thatsächlich keinen Gebrauch; notwendig wird dieselbe erst für die Teilungsprodukte dieser Zellen: die Sporen und Pollenkörner. Der Schwerpunkt der Entwicklungsvorgänge, die sich in den Sporangien, sowohl in den Mikro- wie in den Makrosporangien, bei den höheren Kryptogamen als auch bei den Antheren und Samenanlagen der Phanerogamen abspielen, kann somit nicht in jene Zellen, Zellreihen oder Zellkomplexe verlegt werden, welche das sporogene Gewebe liefern und von Goebel als Archesporium bezeichnet wurden[1]). Das Archesporium gehört noch der ungeschlechtlichen Generation an, erst die Sporenmutterzellen bilden den Anfang der geschlechtlichen Generation. Aus diesem ergibt sich auch, dass auf das Vorhandensein eines besonders abgegrenzten Archespors kein besonderer Nachdruck zu legen ist. Das Archespor stellt eben nur das meristematische Gewebe vor, aus dem die Sporenmutterzellen hervorgehen, ein Gewebe, welches in den meisten Fällen frühzeitig gegen andere es umgebende, sich anders differenzierende Gewebe abgegrenzt wird, doch nicht unter allen Umständen abgegrenzt zu sein braucht. Eine prinzipielle Bedeutung kommt seiner Abgrenzung jedenfalls nicht zu.

Bateson, Materials for the study of variation treated with especial regard to discontinuity in the origin of species.

London. Macmillan 1894. 588 pag. 209 Fig.

„Es ist höchst sonderbar" sagt Bateson in der Einleitung zu seinem vorstehend angeführten Buche, „wenige Leute kümmern sich

1) Vergl. Entwicklungsgeschichte der Pflanzenorgane, 1883, S. 384.

viel um die Art und Weise der Variation oder um die sichtbaren Thatsachen der Abstammung, aber jeder interessiert sich für die Ursachen der Variation und für das Wesen der Erblichkeit, einen Gegenstand, der doch außerordentliche und ganz eigenartige Schwierigkeiten bietet. Ohne irgend welche speziellen Kenntnisse wird über diese Dinge auch in den breiten Schichten des Publikums mit Begeisterung diskutiert". Der Verfasser glaubt selbst den Fachgelehrten den Vorwurf nicht ersparen zu können, dass sie sich die Sache viel zu leicht machen. Ueberall treffe man in phylogenetischen Abhandlungen auf Redensarten wie „wenn diese oder jene Variation damals statthatte und günstig war" oder „man kann sich leicht Verhältnisse denken, in welchen diese oder jene Variation, wenn sie eintrat, von Vorteil war" u. dgl., Redensarten, welche im Grunde gar nichts besagten. Es sei nötig, erst einmal die Gesetze der Vererbung und Variation in der Natur genau zu studieren und die Thatsachen festzustellen, damit man in Zukunft nicht mehr zu sagen brauche: wenn eine solche Variation eintrat, sondern sagen könne: weil eine Variation in solcher Weise stattfindet oder wenigstens stattfinden kann, oder: da eine solche Variation möglich ist. Darum halte er es für die erste Pflicht des Naturforschers, die Thatsachen der Variation zu sammeln und zusammenzustellen, wenn auch nur, um zunächst die Wissenschaft von dem übermäßigen Ballast widersprechender Annahmen zu befreien, mit welchem sie jetzt überladen ist.

Der Verfasser hat sich dieser Aufgabe mit ebensoviel Fleiß als Gewissenhaftigkeit unterzogen und nicht nur keine Mühe gescheut, die bisher veröffentlichten sehr zerstreuten Beobachtungen zu sammeln und zu sichten, sondern er hat auch da, wo es wünschenswert erschien und ausführbar war, die beschriebenen Originalstücke einer kritischen Prüfung unterworfen sowie durch Mitteilung zahlreicher eigenen Untersuchungen unsere Kenntnisse nicht unwesentlich bereichert. Eine recht anerkennenswerte Eigenschaft des Werkes ist die objektive Schilderung des thatsächlichen Befundes bei den 886 aufgeführten Beispielen, welche den Leser instandsetzt, sich über jeden Fall sein eigenes Urteil zu bilden. Die spekulativen Erörterungen des Verfassers sind in besonderen Kapiteln zusammengefasst, welche den Listen vorausgehen und folgen. Zahlreiche gut ausgeführte Holzschnitte illustrieren den Text. Bei der Reichhaltigkeit und Mannigfaltigkeit des Inhaltes ist es nicht möglich, im Rahmen eines kürzeren Referates das Buch eingehend zu besprechen, um so weniger, als man noch nicht in der Lage ist, die meisten der zum Teil recht befremdenden Erscheinungen zu erklären und auf einheitliche Grundursachen zurückzuführen. Denn, hat man eine Reihe von Thatsachen übersichtlich geordnet und glaubt den Faden gefunden zu haben, der aus dem Labyrinth führt, so bleibt gewöhnlich noch ein verworrener Rest von Beispielen zurück, welche sich mit den

übrigen nicht ohne weiteres in Einklang bringen lassen, und man sieht sich gezwungen, vorläufig unbefriedigt halt zu machen. So ist allerdings zunächst das Resultat von Bateson's Arbeit in der Hauptsache negativer Art, denn sie erschüttert einige Annahmen, mit denen man sich gewöhnt hatte, leicht und bequem zu operieren, ohne dass sie vorläufig irgendeine andere, stichhaltigere Erklärung an deren Stelle zu setzen vermag. Aber indem sie Irrtümer auf die Seite schafft, öffnet sie wenigstens den Weg für weitere Forschungen, dessen Richtung festzustellen ferneren Untersuchungen vorbehalten bleibt.

Es sind besonders unsere Ansichten über die langsam und unmerklich vor sich gehende Umwandlung der Arten, über die Bedeutung der natürlichen Auslese und über die Erscheinungen des Atavismus, welche durch Bateson's Zusammenstellung von Thatsachen der Variation kritisch beleuchtet werden. Man pflegt die sogenannten Abnormitäten als etwas nicht in den regelrechten Verlauf der Fortpflanzung gehöriges beiseite zu schieben und bei phylogenetischen Spekulationen außer Betracht zu lassen; eine Anzahl von Fällen, welche Bateson aufführt, spricht aber dafür, dass solche unvermittelt auftretenden stärkeren Variationen zum Teil doch wohl durch Vererbung erhalten werden und den Anlass zur Bildung einer neuen Art geben können, vielleicht häufiger als man von vornherein denken sollte. Bateson meint nicht mit Unrecht, dass jedenfalls noch vielmehr Uebergangsformen zwischen den Species existieren müssten, wenn nicht das Auftreten neuer Arten häufig unvermittelt und sprungweise vor sich gegangen wäre. Schon aus der Thatsache, dass, trotzdem die äußeren Existenzbedingungen oft ganz kontinuierlich in einander übergehen, doch die denselben unterworfenen Species eine diskontinuierliche Reihe bilden, müsse man schließen, dass hin und wieder ein nicht durch allmähliche Uebergänge vermittelter Sprung in der phylogenetischen Entwicklung der Tierreihen vorkommt, dass Reihen von sich gleichenden Generationen getrennt sein können durch eine unvermittelt auftretende Kluft, die plötzliche Aenderung eines Organes oder Instinktes, während andere Organe und Instinkte desselben Tieres sich dabei unter Umständen wenig oder gar nicht zu ändern brauchen. Das Studium der Variation biete ein Mittel, durch welches man hoffen könne, den Prozess der Entwicklung genauer kennen zu lernen. Die Thatsache, dass kontinuierliche Variation existiert, ist auch dem Verfasser unbestreitbar, aber man dürfe sich der Einsicht nicht verschließen, dass auch diskontinuierliche Entwicklung vorkommt. Es sei höchst wichtig, dass die beiden Klassen von Erscheinungen als etwas Verschiedenes erkannt würden, weil Grund vorhanden sei, anzunehmen, dass sie ihrem Wesen nach verschieden sind und, obschon sie beide in Verbindung mit einander auftreten, doch Aeußerungen ganz verschiedener innerer Vorgänge sind, über deren Natur wir freilich noch nichts wissen.

Von den zahlreichen im Werke aufgeführten Beispielen für die Diskontinuität bei der Bildung neuer Varietäten mögen hier nur einige wenige erwähnt werden. Niemand wird bestreiten, dass verkehrt gewundene Exemplare bei Schnecken unvermittelt und ohne allmähliche Uebergangsformen auftreten. Dass durch solche perverse Formen wirklich Anlass zur Entstehung einer Rasse gegeben werden kann, beweist *Fusus antiquus*, dessen rezente Schalen rechts-, während die im Norwich Crag gefundenen linksgewunden sind. — Die angorahaarigen Spielarten unserer Haustiere sind gleichfalls ohne Zwischenformen plötzlich entstanden, und eine Hausmaus mit langem, schwarzem, seidenartigem Haar, welche 1852 in England gefangen wurde, zeigt, dass solche Spielarten nicht allein bei gezähmten Tieren auftreten. — Als Ursache für die Nacktheit der Menschen wird von dem einen das Tragen der Kleider angegeben, von einem anderen die Sonnenhitze in den Tropen, wo nach seiner Annahme das Menschengeschlecht seinen Ursprung genommen haben soll, von einem dritten das bei der geschlechtlichen Zuchtwahl sich äußernde Schönheitsgefühl, von einem vierten das Bedürfnis nach Schutz gegen die Parasiten, welche sich auf dem nackten Körper weniger gut als auf dem haarigen festhalten könnten. Dem gegenüber macht Bateson darauf aufmerksam, dass schon öfters bei Tieren ganz nackte Varietäten unvermittelt aufgetreten sind, so fand man erwachsene nackte Mäuse, an welchen die mikroskopische Untersuchung keine Spur einer Hautkrankheit erkennen ließ, auch nackte Pferde und Hunde. In einem Falle blieben die Jungen einer nackten Maus ebenfalls haarlos. Von Interesse ist im Zusammenhalt damit die Thatsache, dass in Südafrika eine Gattung von grabenden Nagetieren existiert [*Heterocephalus*], welche nur ganz vereinzelte, erst bei genauem Zusehen erkennbare Haare besitzt. — Unvermittelte Aenderungen der Hautgebilde sind auch bei den Vögeln beobachtet worden. So wurden vom Teichhuhn [*Gallinula chloropus*] wiederholt Individuen gefunden, welche ein haarartiges, an das des Apteryx erinnerndes Gefieder trugen. Das gleiche war bei einigen anderen Vogelarten der Fall und bei *Cochinchina*-Hühnern gelang es, die Eigentümlichkeit des Federkleides durch Züchtung auf die Nachkommen zu übertragen.

Eine sorgfältige Vergleichung der in der freien Natur vorkommenden Varietäten ergibt, dass auch in dem Auftreten der Färbung bei Tieren wie bei Pflanzen oft eine gewisse Diskontinuität stattfinden muss. Bei Varietäten derselben Art sind oft gewisse Farben durch andere ersetzt, z. B. Rot durch Orange oder Gelb, ohne dass sich Uebergänge vorfinden. Dies hängt wahrscheinlich mit der chemischen Natur des Farbstoffes zusammen, und die Umwandlung von Rot in Orange oder Gelb ist wohl nichts anderes als ein chemischer Vorgang, ähnlich wie die plötzliche Umwandlung von blauem Lackmus in roten beim Zusetzen einer Säure. Es erscheint daher Bateson von diesem Stand-

punkt aus einfacher, die Konstanz der Farben verschiedener Varietäten oder Arten und die Seltenheit von Zwischenformen als einen direkten Ausdruck der chemischen Stabilität oder Instabilität des Farbstoffes zu betrachten, anstatt sie für Folgen der natürlichen Auslese zu halten. Für einzelne Fälle ist nachgewiesen, dass die Farbstoffe die Natur von Exkretionsprodukten haben. Es könnten also Aenderungen in der Farbe durchgreifende Aenderungen in der chemischen Oekonomie des Körpers zu bedeuten haben, und während man also behauptet, eine Tierform sei durch natürliche Auslese ausgewählt, weil sie rot oder sonstwie gefärbt ist, mag die wirkliche Ursache ihrer Ueberlegenheit nicht in ihrer Farbe liegen, sondern in ihren körperlichen Eigenschaften, von welchen die Färbung nur ein äußeres Abzeichen ist. Eine größere Reihe von Beispielen aus verschiedenen Tiergruppen, besonders Käfern, Schmetterlingen und Schnecken, sowie aus dem Pflanzenreich wird als Beleg für das Vorkommen unvermittelten Wechsels der Färbung angeführt.

Wenn man ferner die Fälle durchmustert, wo in einer Reihe gleichartiger Organe, z. B. in einer Zahnreihe oder an den Gliedern einer Antenne u. s. w. durch gelegentliche Variation bei diesem oder jenem Tier ein überzähliges Glied aufgetreten ist, so findet man, dass dies in der Regel nicht in rudimentärer Form, sondern in der Größe der normalen Organe erscheint. Es ist anzunehmen, dass in gleicher Weise auch da, wo in der phylogenetischen Entwicklung einer Tier- oder Pflanzenart eine Vermehrung der Anzahl der Glieder einer Reihe stattgefunden hat, die neu auftretenden Organe nicht zuerst in kaum merklichen Anfängen, sondern gleich in ihrer vollendeten Form aufgetreten sind, denn es ist undenkbar, wie ein noch unvollkommenes Organ einem Tiere von besonderem Nutzen sein und durch natürliche Auslese weiter ausgebildet werden solle. Wird bei radiär gebauten Tieren ein neuer Radius ein- oder ausgeschaltet, so sind die vorhandenen Strahlen auch regelmäßig von gleicher Größe. Beispielsweise gibt es von dem vierstrahligen *Tetracrinus* fünf- und dreistrahlige Varietäten. Das gleiche gilt von radiär gebauten Organen, wie den Pedicellarien: die Zangen einer zwei- oder vierstrahligen sind unter sich gleich groß. Im Pflanzenreich finden wir ebenfalls die Blätter einer vierzähligen Varietät von einer gewöhnlich dreizähligen Blüte in normaler Größe.

Ein klares Beispiel für die Diskontinuität bei der Varietätenbildung liefern Darwin's eigene Untersuchungen über die Mandel, Pfirsiche und Nektarine: Die Variation von der Pfirsich- zur Nektarinenfrucht oder von der Nektarinen- zur Pfirsichfrucht kann ganz vollständig sein, d. h. Pfirsichkerne können Nektarinenbäume erzeugen und Nektarinenkerne Pfirsichbäume, oder derselbe Baum kann echte Pfirsiche und echte Nektarinen tragen. Ist die Variation der Frucht nicht voll-

ständig, so ist sie in der Weise zusammengesetzt, dass die Hälfte oder ein Viertel Nektarine ist, der Rest Pfirsich, oder umgekehrt. Es ist dann also in diesen Fällen die Variation wenigstens für jedes der betreffenden Segmente eine vollständige. Zwischenformen, welche eine vollkommene Verschmelzung der Eigenschaften beider Früchte zeigen, sind nicht bekannt. Pfirsiche und Nektarine sind also Stadien der organischen Stabilität, die Zwischenstadien aber, wenn sie überhaupt chemisch oder physikalisch möglich sind, Stadien der Instabilität.

Selbst bei Varietätenreihen, welche auf den ersten Blick unmerklich ineinander überzugehen scheinen, besonders in Fällen, wo es sich nur um Größenverhältnisse handelt, findet man gelegentlich bei näherer statistischer Untersuchung, dass die Uebergänge doch nicht ganz gleichmäßig sind. Prüft man eine möglichst große Anzahl von Individuen einer Art, so findet man, dass dieselben entweder um eine in der Mitte stehende Form variieren [monomorphische Arten], oder aber, dass die mittleren Formen selten sind und die Extreme am häufigsten vorkommen [dimorphische Arten]. So entdeckte Bateson z. B. einen auffallenden Dimorphismus beim Ohrwurm [*Forficula auricularia*], welcher sich besonders in der Größe der Zangen äußerte. Unter 1000 gemessenen vollständig erwachsenen Exemplaren waren Zwischenformen äußerst selten. Das gleiche Resultat zeigte sich bei Messungen, welche Brindley an den Hörnern von 342 Männchen eines Käfers aus der Familie der Lamellicornier [*Xilotrupes gideon*] vornahm. Am häufigsten waren Käfer, deren Hornlänge 7—10 und dann wieder solche, wo sie nur 3—5 Linien betrug. Es ist nicht denkbar, dass die natürliche Auslese in den beiden angeführten Fällen die zwei Formenreihen geschaffen hat, da die Tiere alle unter den gleichen Existenzbedingungen bei einander leben. Auch erscheint es dem Verfasser nicht wahrscheinlich, dass die Vorfahren eines Ohrwurmes mit langer Zange, bezüglich eines Käfers mit langen Hörnern erst alle Zwischenstadien durchlaufen haben, sondern die abweichenden Formen sind vermutlich ganz unvermittelt neben den anderen unter den Nachkommen ein und desselben Weibchens aufgetreten.

Die Natur der Diskontinuität bei der Variation und die Stellung der Zwischenformen wird durch nichts so gut erläutert als durch die ganz entsprechenden Erscheinungen des Unterschiedes der Geschlechter, denn bei den getrennt geschlechtlichen Tieren haben wir auch dimorphe Formen vor uns; Zwischenformen aber [Hermaphroditen] entstehen bei den höheren Tieren selten und sind nicht als Rückschlag auf eine zwittrige Stammform der betreffenden Art zu betrachten.

Allem, was man als Atavismus zu bezeichnen pflegt, verhält sich Bateson sehr skeptisch gegenüber; am besten sei es, so lange gar nicht mehr davon zu sprechen, bis erst die Gesetze der Variation und Vererbung genauer studiert sein werden. Jetzt ist ein jeder gleich

geneigt, das unvermittelte Auftreten einer in sich vollendet ausgebildeten und lebensfähigen Varietät als Rückschlag zu betrachten, dies beruht aber hauptsächlich darauf, dass man noch keine klare Vorstellung vom Wesen der Symmetrie hat. Manche Beispiele, welche man als Rückschlagserscheinungen auffassen könnte, schließen sich gegenseitig direkt aus. Wenn z. B. bei *Veronica buxbaumii* symmetrische Blüten mit zwei hinteren Blumenblättern auftreten, wie solche bei anderen Scrophularineen vorkommen, so scheint es durchaus berechtigt, zu vermuten, dass dies ein wirklicher Rückschlag ist. Nun findet man aber auch ebenso vollkommen gestaltete Blüten, welche nicht zwei, sondern drei hintere Blumenblätter besitzen, und dies kann doch unmöglich auch eine Erscheinung des Atavismus sein? Gegenbaur hat nachgewiesen, dass Extremitäten mit überzähligen Phalangen oft durchaus keine Aehnlichkeit mit denen der vermutlichen Vorfahren haben; überzählige Zitzen erscheinen nicht nur an Orten, wo sie bei anderen Tierformen normal vorhanden sind, sondern auch an ganz ungewöhnlichen Stellen u. s. w. Man betrachtet das Auftreten überzähliger Backenzähne als einen Rückschlag auf Stammformen, welche mehr Zähne im Gebiss besaßen, und hält diejenigen Tierformen, bei welchen es häufig vorkommt, für die älteren, der Stammform näher stehenden. Dann müssten aber nach den Resultaten von Bateson's umfassenden Untersuchungen die Anthropoiden die ursprünglichste Form der Affen sein, denn bei ihnen sind solche „Rückschläge" gerade am häufigsten.

So fehlt uns also vorderhand jeder sichere Anhalt, im gegebenen Falle zu entscheiden, ob wir es mit Atavismus zu thun haben oder nicht. Es ist nötig, vorerst noch viele Erfahrungen zu sammeln, ehe es gelingen wird, einen klaren Einblick in die verwickelten Erscheinungen zu gewinnen, aber es unterliegt keinem Zweifel, dass das Studium der Variationserscheinungen noch einmal das eigentliche Arbeitsfeld der Biologie werden wird. So wenig, sagt Bateson, der Chemiker die Entstehung chemischer Körper durch vergleichend krystallographische Studien zu ergründen sucht, so wenig wird sich das Problem der Entstehung der lebenden Wesen allein durch ein rein vergleichendes Studium der normalen Formen lösen lassen.

Um das Material einigermaßen übersichtlich zu ordnen, teilt der Verfasser die Variationen ein in solche, die sich auf die Zahlen- und die geometrischen Lageverhältnisse beziehen [meristische Variationen] und solche, welche die Substanz der variierenden Teile betreffen [substantielle Variationen]. Unter die erste Kategorie würde z. B. der Fall gehören, dass die Blüte der Narzisse, welche normal sechszählig ist, gelegentlich als sieben- oder als vierzählige Varietät auftritt, unter die zweite der Fall, dass manche Narzissen, z. B. *N. corbularia* in zwei Farbenvarietäten, einer dunkelgelben und einer schwefelgelben,

vorkommen. Meristische und substantielle Variationen können natürlich gleichzeitig auftreten. Bateson's Werk behandelt zunächst nur die meristischen Variationen. Diese sind wesentlich mechanische Erscheinungen und hängen von der geometrischen Beziehung der Teile ab, an welchen sie auftreten, nicht von ihrer physiologischen Natur oder von den Lebensbedürfnissen u. dergl. Linear angeordnete Organe zeigen andere Variationserscheinungen als solche, die bilateral oder die in radiärer Lagerungsbeziehung stehen.

In den Kapiteln über Variationen linear angeordneter Teile werden zunächst die Aenderungen in der Segmentzahl bei Arthropoden behandelt und eingehend nebenbei auch die allgemein bekannten Untersuchungen von Schmankewitsch über den Einfluss des Salzgehaltes des Wassers auf die Umformung von *Artemia salina* besprochen, welche nach den Angaben dieses Forschers durch Konzentration des Salzgehaltes in *A. milhausenii*, durch Verdünnung aber in ein *Branchipus*-artiges Stadium übergeführt wird. Obwohl Schmankewitsch es selbst gar nicht so auffasste, so wurden seine Untersuchungen doch allgemein so gedeutet, als ob es sich um die Umwandlung einer Tierart in eine andere handele. Durch eigene Forschungen stellte Bateson nun fest, dass [wie schon Rathke mit Recht hervorgehoben hatte] *A. milhausenii* keine besondere Art, sondern nur eine Varietät von *A. salina* ist. [Die Unterscheidungsmerkmale sind untergeordneter Natur und beruhen auf der verschiedenartigen Gestalt und dem Borstenbesatz des Schwanzendes.] Außerdem fand er, dass die Umwandlung nicht ausschließlich durch den Salzgehalt des Wassers bedingt sein kann, denn es finden sich auch in stark salzigem Wasser *Salina*-Formen und in schwach salzigem *Milhausenii*-Formen, wenn schon die Angabe von Schmankewitsch insofern zutrifft, dass im allgemeinen erstere in schwach salzigem, letztere in stark salzigem Wasser häufiger sind. Das Thema direkt betrifft die angebliche Teilung des achten Segmentes von *Artemia* unter dem Einfluss starker Verdünnung des Salzwassers, wodurch sie den Artcharakter von *Branchipus* annehmen soll. Wie sich herausgestellt hat, handelt es sich aber um gar keine wirkliche Teilung, indem bei den betreffenden *Artemia*-Formen sowohl wie bei *Branchipus* das letzte Segment nur äußerlich durch eine Furche in zwei Ringel getrennt ist. Zweitens ist der scheinbar neungliederige Hinterleib überhaupt nicht das wesentliche Unterscheidungsmerkmal der beiden Gattungen, wie Schmankewitsch angenommen hatte, sondern sie unterscheiden sich durch verschiedene andere wichtigere Merkmale, welche aber bei der vermeintlichen *Branchipus*-Form der *Artemia* nicht vorhanden sind. Schließlich stellte Bateson fest, dass das Auftreten der Ringelung am letzten Segmente von *Artemia* nicht vom Salzgehalt des Wassers abhängig ist.

Die Zusammenstellung von Fällen meristischer Variationen an Wir-

beln, Rippen und Spinalnerven der Wirbeltiere zeigt, dass die übliche Methode, bestimmte Wirbel der einen Tierart mit entsprechenden bei einer verwandten direkt zu homologisieren auf Voraussetzungen beruht, die in Wirklichkeit nicht zutreffen, indem die einzelnen Wirbel ihre Individualität gar nicht bewahren, wenn ihre Zahl bei einer gelegentlich auftretenden Variation vermehrt oder vermindert wird. Es ist gewöhnlich nicht möglich anzugeben, der wievielte Wirbel bei stattgefundener vollkommener Variation hinzugekommen oder weggefallen ist, da die Wirbelsäule dann als ein harmonisches Ganzes umgeformt ist, der Arm- und Beinnervenplexus gelegentlich weiter vorn oder weiter hinten austritt, Hals- oder Lendenwirbel die Form von Brustwirbeln annehmen u. dgl. mehr.

Um solche Fälle von Umwandlung eines Organes in die Form eines benachbarten kurz zu bezeichnen, schlägt Bateson das Wort Homöosis vor und spricht von Homöose nach rückwärts, wenn z. B. der 7. Wirbel des Menschen eine Rippe bekommt und so dem 8. ähnlich wird, und von Homöose nach vorn, wenn z. B. der 20. Wirbel durch den Besitz einer Rippe dem 19. gleicht.

Von solcher Homöose bringt das nächste Kapitel eine Anzahl meist wenig bekannter aber überraschender Beispiele aus dem Kreise der Arthropoden: einen Taschenkrebs, bei welchen der dritte rechte Kieferfuß eine Scheere trägt; eine Languste, deren linkes Auge ein langes Antennen-förmiges Flagellum besitzt [einen ähnlichen Fall, wie der, welchen jüngst Hofer in den Verhandlungen der zoologischen Gesellschaft beschrieben hat]; eine Wanze, bei welcher das Ende der linken Antenne in einen vollkommen ausgebildeten Fuß verwandelt ist [der Fall wurde von Dr. Kraatz beschrieben und von Bateson sorgfältig nachuntersucht und bestätigt]; einen Schmetterling, welcher an der Stelle des dritten linken Beines einen Flügel besitzt, und noch eine größere Anzahl solcher Erscheinungen, denen wir vorläufig noch ratlos gegenüberstehen.

Weiterhin werden dann die Variationen in der Bildung der Segmente und der Geschlechtsorgane bei Würmern besprochen.

Nackenfisteln, Ohr-artige Bildungen und Zitzen der Wirbeltiere bilden den Inhalt der nächsten Kapitel.

Ein wertvolles Material eigener Untersuchungen ist in der Abhandlung über die Zähne niedergelegt. Auch beim Auftreten neuer Zähne zeigt sich wie bei der Einschaltung neuer Wirbel, dass eine strenge Homologisierung nicht durchzuführen ist, indem die Zahnserie ebenfalls als ein einheitliches Ganzes angelegt wird und die Einfügung eines neuen Gliedes in die Reihe häufig durch Verschiebung, Form- und Größenveränderung der benachbarten Glieder in der Weise ausgeglichen wird, dass das Gebiss als Ganzes doch seine ursprüngliche Form behält. Nebenbei bestätigt die Untersuchung der Zähne die Thatsache,

welche sich auch bei der Untersuchung anderer Organe ergeben hatte, dass Variationen durchaus nicht gerade bei Haustieren immer am häufigsten vorkommen, denn Abweichungen in der Zahnbildung fanden sich außer beim Hunde am zahlreichsten bei den anthropiden Affen und den Phociden. Die Neigung zur Varietätenbildung gehört mit zu den Speciescharakteren; so zeigt z. B. der Schädel des gemeinen Fuchses nur selten Variationen des Gebisses, der des südamerikanischen Fuchses dagegen häufig.

Besonders eingehend sind die Doppelbildungen an den Extremitäten der Wirbeltiere behandelt. Trotzdem die Mannigfaltigkeit der Gestaltungen noch nicht gestattet, dieselben in ein einheitliches Schema zu bringen, so sind doch hier und dort Andeutungen einer gewissen Gesetzmäßigkeit nicht zu verkennen. Wenn das letzte Glied einer Reihe im normalen Zustande im Vergleich zum vorletzten klein ist und es tritt noch ein neues hinzu, dann wächst das nun zum vorletzten gewordene Glied stärker und nimmt die ungefähre Größe des benachbarten nach innen zu gelegenen an, eine Regel, welche sowohl für die Phalangen wie auch für die Zähne gilt. Auch ergaben sich eigenartige Symmetrieverhältnisse der Extremitäten mit überzähligen Phalangen, indem sich an ihnen sekundäre, von der höheren, den ganzen Körper beherrschenden Symmetrie unabhängige Symmetrieverhältnisse ausbilden. Eine Anzahl der Phalangen bildet häufig ein Spiegelbild der übrigen, so dass also an der rechten Hand z. B. ein Teil der Finger die Form der normalen rechten Finger, der andere Teil aber die Form der linken besitzt. Aber die Symmetrieebene liegt nicht bei allen Arten an derselben Stelle; an der Hand des Menschen befindet sie sich nach innen vom Zeigefinger, bei dem Fuße der Katze nach außen davon. Im einzelnen finden sich indess noch sehr viel vorläufig unverständliche Abweichungen.

Aus dem Kapitel über die Antennen und Fußglieder der Insekten sind die Resultate hervorzuheben, welche eine sorgfältige Messung der regenerierten Tarsen von *Blatta americana* ergeben haben. Während die normalen Tarsen fünfgliedrig sind, besitzen die regenerierten immer nur vier Glieder. Es ist aber unmöglich zu bestimmen, welches Glied eigentlich ausgefallen ist, denn die Längenverhältnisse ordnen sich in dem regeneriertem Fuss durchaus neu, und obwohl die einzelnen Glieder desselben stets in ebenso unveränderlichem Größenverhältnis zu einander stehen wie die Glieder irgend eines andern Arthropodenfußes, so weichen die Maße doch von denen des normalen Tarsus von *Blatta americana* so sehr ab, dass sich keine Homologie zwischen den normalen und regenerierten Einzelgliedern entdecken lässt.

Von besonderem Interesse sind die Untersuchungen an überzähligen Beinen der Arthropoden, da dieselben eine ganz eigentümliche, aber allenthalben nachweisbare Gesetzmäßigkeit in der Bildung der über-

zähligen Teile und sonderbare, von denen des normalen Körpers durchaus abweichende Symmetrieverhältnisse ergeben haben. Treten nämlich derartige Bildungen auf, so erscheinen sie in doppelter Zahl, d. h. das Bein spaltet sich nicht in zwei Teile, sondern gabelt sich in drei gleich große Enden. Die Gabelung kann an einer beliebigen Stelle zwischen der Hüfte und dem Fußende auftreten. Eines der Enden ist immer als die Fortsetzung des normalen Beines zu erkennen, die beiden anderen erscheinen diesen wie aufgepropft. Streckt man die Glieder vorsichtig aus, so liegen sie in einer Ebene und es ergibt sich dann das folgende auffallende Symmetrieverhältnis. Von den beiden überzähligen Anhängen ist der dem normalen Bein zunächst gelegene ein Spiegelbild von diesem, der entferntere aber wieder ein Spiegelbild des näheren. Ist also das normale Bein ein rechtes, so hat der nähere Anhang die Gestalt eines linken, der entferntere wieder die eines rechten Beinendes. Aus diesem Gesetz folgt, dass doppelte Anhänge an einer Krebsscheere, welche man bisher für eine sekundäre Scheere hielt, entweder beide die Form des Pollex oder beide die des Index besitzen müssen, was die nähere Untersuchung auch bestätigt hat.

Voigt (Bonn).

Aus den Verhandlungen gelehrter Gesellschaften.

Sitzungsberichte der Niederrh. Gesellsch. für Natur- und Heilkunde zu Bonn.

Sitzung der naturwissenschaftlichen Sektion vom 5. März 1894.

Privatdozent Dr. Noll sprach über eine neue Eigenschaft des Wurzelsystems, die er als Außenwendigkeit oder Exotropie bezeichnete. Wie der Name erraten lässt, handelt es sich um eine Eigentümlichkeit in der Wuchsrichtung der Seitenwurzeln, welche bei der Verborgenheit des Wurzelsystems in der Erde bisher noch nicht festgestellt wurde. Der Vortragende hob zunächst die große Bedeutung der Wuchsrichtung von Pflanzenteilen überhaupt hervor, er zeigte, dass dieselben fast noch wichtiger sind für das Leben als die rein morphologische Ausgestaltung. Eine Wurzel, die nicht in den Boden eindränge, sondern sich wie ein Spross in die Luft erhöbe, wäre total untauglich zur Erfüllung ihrer Aufgabe der Befestigung und der Ernährung.

Erst die Forschungen des letzten Jahrhunderts haben dargethan, dass sich die Pflanzen in ihrer Wuchsrichtung vornehmlich durch die Richtung äußerer physikalischer Kräfte, vor allem die des Lichts und der Schwerkraft bestimmen lassen, dass aber auch stoffliche Einwirkungen dabei zur Geltung kommen. Bei einer anstreibenden Keimwurzel ist es die Schwerkraft, welche mittels der reizbaren Struktur des Protoplasmas auf das Wachstum so lange einseitig einwirkt, bis die Wurzel senkrecht abwärts wächst. Die aus der absteigenden „Pfahlwurzel“ hervorbrechenden Nebenwurzeln stellen sich unter allen Umständen schräg zur Schwerkraftrichtung und breiten sich demgemäß seitlich aus. Nebenwurzeln zweiter Ordnung brechen dann aus jenen wieder in jeder Richtung aus, und wenn man ein solches gutentwickeltes Wurzelsystem mit seinen Wurzelhaaren betrachtet, so staunt man, wie gründlich die ganze

Erdscholle durch die verschiedene geotropische (geotropisch = erdwendig) Richtung der einzelnen Wurzelteile durchfurcht und wie ausgiebig sie in allen Teilen ausgenutzt wird. Neben dem Geotropismus lernte man als sehr nützliche Eigenschaft noch den Hydrotropismus der Wurzeln kennen, der darin sich zeigt, dass Wurzeln in trockener Erde sich nach den feuchten Stellen hinwenden.

Die von dem Vortragenden beobachtete Richtungsbewegung der Wurzeln hat mit äußeren Einwirkungen nichts zu thun; maßgebend für dieselbe ist vielmehr die Lage der Wurzelteile zu einander. Werden die nach vier Himmelsrichtungen radial von der Hauptwurzel ausstrahlenden Seitenwurzeln einer Lupine oder einer Feldbohne durch Glasplatten oder Hohlzylinder aus ihrer Richtung gewaltsam abgelenkt, so stellen sich nach Beseitigung des Hindernisses die fortwachsenden Wurzelspitzen mit scharfer Biegung wieder in die radiale Richtung zur Mutteraxe ein. Die exotropische Krümmung solcher Wurzeln wurde an Photographien und Spirituspräparaten demonstriert, an denen sie nicht weniger scharf zu sehen war, wie sonst die geotropische Krümmung. Bei den Nebenwurzeln höherer Ordnung überwiegt die Exotropie immer mehr den Geotropismus, sie strahlen alle radial von ihrer Mutterwurzel aus und kehren nach jeder Ablenkung wieder in die radiale Richtung zurück.

Wie die Richtung von Schwerkraft und Licht auf den Ort neuer Organanlagen einzuwirken vermag, so beeinflusst merkwürdiger Weise auch die Außenwendigkeit den Ort neuer Wurzelanlagen in der überraschendsten Weise. Wurzeln, die gezwungen werden spiralig zu wachseln, entwickeln Nebenwurzeln stets nur auf ihrer Außenseite oder die in der Mittellinie hervorgetretenen Wurzeln wenden sich mit scharfer Biegung nach außen. Auch bei Wurzeln von Lupinen, welche Krümmungen in einer Ebene aufwiesen, kommen die ersten Seitenwurzeln immer auf der konvexen Außenseite hervor. Dass die konvexe Krümmung an sich nicht die Wurzelanlage begünstigt, ging aus Präparaten von Seitenwurzeln hervor, wo das nach der Mutterwurzel zu gerichtete Knie von Nebenwurzeln frei blieb. Ohne auf wissenschaftlich-theoretische Fragen diesmal einzugehen, erinnerte der Vortragende an die von ihm aufgefundene Exotropie seitenständiger Blüten und verwies auf die Vorteile, welche dem Wurzelsystem durch seine Außenwendigkeit erwachsen. Wenn die im Boden durch mannigfache Hindernisse, Steine und andere feste Körper immerfort abgelenkten Wurzeln in der ihnen mechanisch aufgedrängten Richtung einfach weiterwüchsen, so wäre eine horizontale Ausnutzung des ganzen Areals sehr in Frage gestellt. Die Wurzeln würden dann durch solche Zufälligkeiten, statt sich peripherisch auszubreiten, häufig miteinander in Kollision kommen und in bereits vom eigenen Wurzelsystem ausgebeuteten Boden geraten. Der wunderbaren Ausnutzung des Bodens in vertikaler Richtung würde eine solche in der horizontalen Projektion fehlen. Durch die Exotropie ist aber auch für die gleichmäßige seitliche Ausbreitung und Ausbeutung des Bodens gesorgt.

In der dem Gärtner so bekannten und verhassten Erscheinung des dichten Wurzelflechtwerks an den nackten Topfwänden, wobei die Erde des Topfes selbst kärglich durchwurzelt wird, liegt eine sichtbare Folge der geschilderten Außenwendigkeit der Wurzeln vor. Sachs glückte es, die Nachteile dieser Erscheinung durch eine sinnreiche Düngungsart erheblich zu vermindern, und der Vortragende hofft in nicht zu ferner Zeit über Versuche berichten zu können, welche, auf die beobachteten exotropischen Erscheinungen gegründet, die Topferde selbst besser auszunutzen suchen.

Sitzung der naturwissenschaftlichen Sektion vom 21. Mai 1894.

Privatdozent Dr. Noll sprach unter Vorlegung neuen Beobachtungsmaterials über den morphologischen Aufbau der Abietineen-Zapfen. Für den Nichtbotaniker scheint ein Tannen- oder Fichtenzapfen ein höchst einfach gebautes Gebilde zu sein, und doch haben die scharfsinnigen Forschungen und Betrachtungen hervorragender Botaniker bislang noch keine zweifellos festgestellte und allseitig anerkannte Entstehungsgeschichte dieser Fruchtform geliefert. Die hier in Betracht kommende Frage spitzt sich darauf zu: Sind die holzigen Schuppen, welche auf ihrer Oberseite die bei den Abietineen geflügelten Samen tragen (die „Samen- oder Fruchtschuppen") umgebildete Blätter oder eigenartig umgebildete Seitenzweige oder sind sie aus beiden zusammengesetzt? Abgesehen von haarartigen Bildungen stehen einer höheren Pflanze an den Sprossen nur diese beiden Glieder für die Organbildung zur Verfügung.

Die Entwicklung des jungen Zapfens zeigt unzweideutig, dass es sich bei den Samenschuppen der Abietineen nicht einfach um die umgewandelten Blätter des fruchttragenden Sprosses handeln kann, sondern dass in dieser Beziehung die weiblichen Zäpfchen von den männlichen Blüten unserer Nadelhölzer abweichen. Bei letzteren sind nämlich die Staubblätter nichts anderes als die pollenbildenden Blätter der Hauptaxe. Die Samenschuppen der weiblichen Zapfen entstehen dagegen ganz wie junge Seitentriebe erst nachträglich in den Achseln der primären Blätter, die als sog. „Deckschuppen" entweder bis zur Fruchtreife sichtbar bleiben (bei der Weißtanne und manchen Lärchenvarietäten beispielsweise) oder häufiger an reifen Zapfen nicht mehr zu sehen sind (z. B. bei Kiefer, Fichte u. s. w.). Diese Entstehungsweise der Samenschuppen hat, verglichen mit den Ergebnissen genauer mikroskopischer Untersuchungen, zu zweierlei Deutungen Anlass gegeben:

1) Die Samenschuppe ist ein nachträglicher blattartiger Auswuchs der Deckschuppe, eine Art Placenta derselben. — Diese von Sachs zuerst ausgesprochene, von Eichler, Göbel u. a. lebhaft verteidigte Auffassung wird durch die Orientierung der Gefäßbündel und durch die thatsächliche Verwachsung von Deck- und Samenschuppe wahrscheinlich gemacht und gestützt durch das Auftreten großer Placentarwucherungen bei Phanerogamen im Allgemeinen und im Besonderen durch die Trennung des Ophiogloseen-Blattes in einen fertilen und einen sterilen Teil.

2) Die Samenschuppe ist ein flacher, blattloser Seitenzweig, ein diskoidal entwickelter Achselspross der Deckschuppe. — Diese von Strasburger ausführlich begründete Auffassung stützt sich vornehmlich auf die mikroskopische Entwicklungsgeschichte der Samenschuppe und auf die Verhältnisse bei den Taxineen.

Vereinzelte Beobachtungen an durchwachsenen missbildeten Zapfen, welche eigenartige Zwischenbildungen zwischen Samenschuppen und normalen Seitenknospen trugen, haben dann noch zu einer weiteren Deutung den Anlass gegeben:

3) Die Samenschuppe ist aus zwei seitlichen Blattanlagen eines sonst unentwickelten Achselsprosses durch Verwachsung entstanden, also ein zusammengesetztes Gebilde. Die Verwachsung soll nach Caspary mit den vorderen Rändern, nach H. v. Mohl, dem sich neuerdings Stenzel und Celakovsky angeschlossen haben, mit den hinteren Rändern erfolgen. Willkomm dagegen ist der Ansicht, dass auch ein Teil der sekundären Sprossaxe in die Samenschuppe übergeht.

Diejenige Deutung, welche sich heute der allgemeinsten Zustimmung unter den Botanikern erfreut, ist die zuerst erwähnte, dass die Samenschuppe als placentare Wucherung der Deckschuppe zu betrachten sei. Sie wurde von Eichler mit großer Energie und mit entschiedenem Erfolg zumal gegen die an dritter Stelle angeführte Anschauung verteidigt, so dass sie heute in den botanischen Lehrbüchern die herrschende Stelle einnimmt.

Das vom Vortragenden gesammelte reiche Beobachtungsmaterial, bestehend in durchwachsenen Lärchenzapfen mit sehr schönen Zwischenbildungen, entstammt einem kleinen Lärchenbestand auf der Anhöhe des Rheinfels bei St. Goar. Außer vereinzelten ausgesprochenen Missbildungen, welche keinerlei bestimmten Bauplan und keinerlei Mittelform zwischen normalen Samenschuppen und normalen Seitenknospen erkennen lassen, zeigen diese Rheinfelser Zapfen aber eine große Zahl klarer und sich unmittelbar aneinander reihender Uebergänge von der vegetativen Achselknospe zur achselständigen Samenschuppe.

Es liegt bei der Heranziehung ungewöhnlicher Bildungen zur Untersuchung rätselhafter morphologischer Gebilde ja immer die Gefahr nahe, dass man durch sozusagen ganz willkürliche, völlig aus der Art schlagende Missgestaltungen irregeführt wird. Gegenüber solchen bizarren Verbildungen, bei welchen die uns als gesetzmäßig erscheinende gewohnte Gestaltung und Anordnung der Glieder oft in der buntesten Weise durcheinander gewürfelt erscheint, und welche man früher als „Launen" der Natur bezeichnete, darf jedoch der aufklärende Wert gewisser Metamorphosen nicht zu gering geachtet werden. Wenn an den Keimpflänzchen neuholländischer Akazien allmähliche Uebergänge zwischen den ersten gefiederten oder doppelt gefiederten Laubblättern und den senkrecht abgeflachten Phyllodien auftreten, indem sich der Hauptstiel der Blätter mehr und mehr senkrecht abgeflacht, die Spreite immer mehr reduziert zeigt, so nehmen wir mit einem gewissen Recht an, dass die normalen Phyllodien sich durch Verbreiterung der Blattstiele und Spreitenreduzierung gebildet haben. Es hat meines Wissens noch kein Botaniker versucht, diese Uebergangsformen für monströse Glieder zu erklären, in welchen das Blatt phyllodienhaft, das Phyllodium blattartig missbildet sei und beide Dinge sonst nichts mit einander gemein hätten. Dass solche Fälle nicht zu einer grundsätzlichen morphologischen Anerkennung der Metamorphosen führen dürfen, zeigen uns aber jene erwähnten bizarren Verbildungen, wo an Stelle einer Samenanlage beispielsweise eine Anthere oder an Stelle eines Sprosses beispielsweise eine Wurzel auftritt, nur zu deutlich. Man wird also von Fall zu Fall im einen oder anderen Sinne die Entscheidung zu treffen haben; dieser liegt also jederzeit ein subjektives Urteil zu Grunde und sie zieht nur für denjenigen Beurteiler irgendwelche Beweiskraft nach sich, der aus eigener Ueberzeugung diese Entscheidung auch zu der seinen macht. Von diesem Gesichtspunkte aus wird auch der Wert der nachfolgend beschriebenen Zwischenbildungen zu beurteilen sein. Was sie dem Vortragenden besonders bemerkenswert erscheinen lässt, ist ihr fast lückenloser Uebergang von der normalen Seitenknospe zur normalen Samenschuppe, der sich für die morphologische Betrachtung so einfach, einleuchtend und einwandsfrei vollzieht wie an einer gut gewählten Serie. Gehen wir von den normalen Achselknospen aus, welche sich an den durchwachsenen Zapfen ebenfalls vorfinden, so treffen wir als erste Uebergangsstufe darunter solche an, bei denen die seitlichen Vorblätter etwas größer geworden sind. In weiteren Knospen haben diese Vorblätter mit zunehmender Stärke die Form zugespitzter Ohren angenommen und zeigen dann bereits auf ihrer

Rückseite kleine Höcker, die sich als rudimentäre Samenanlagen herausstellen. Diese Größenzunahme der Vorblätter lässt sich dann schrittweise weiter verfolgen, wobei auch die Samenanlagen auf ihrer Rückseite sich immer weiter entwickelt zeigen. Gleichzeitig schlagen sich die Vorblätter mehr und mehr rückwärts um und nähern sich einander mit ihren hinteren Kanten hinter der Knospe. Es ist dann kein weiter Schritt zur Verwachsung derselben zu einer zweiflügeligen Schuppe, wie sie in fortschreitender Verschmelzung ebenfalls häufig anzutreffen ist. Die Rückseite solcher Schuppen trägt dann schon wohl ausgebildete Samenlagen. Die weitere Umbildung besteht in der Folge nur noch in der innigeren Verschmelzung der beiden Flügelschuppen zu einer einzigen, womit die Ausbildung der normalen Samenschuppe erreicht ist. Von ganz besonderer Bedeutung für die Beurteilung dieser Umbildungen ist der Umstand, dass sich auf den verschiedensten Zwischenstufen der vegetative Spross der Achselknospe ebenfalls weiter entwickelt hat und dass er dann ausnahmslos vor der Samenschuppe bezw. ihren beiden Komponenten steht. Hierin unterscheiden sich die hier vorgelegten Umbildungen vorteilhaft und ganz wesentlich von früher beschriebenen Missbildungen, wo eine Knospe hinter der Samenschuppe aufgetreten war und in ihrer Stellung nicht mit der dargelegten Bildungsgeschichte stimmen wollte — wo auch noch allerlei andere Blättchen der Achselknospe schuppenartig ausgebildet und unregelmäßig untereinander verwachsen waren. Die sehr einfachen und ohne Störung zu verfolgenden Umbildungen der Rheinfelser Zapfen zeigen das wenigstens ganz klar und unzweideutig, wie normale Samenschuppen aus der Metamorphose der seitlichen Vorblätter einer Achselknospe hervorgehen können, ohne dass die morphologische Gesetzmäßigkeit der in Betracht kommenden Bildungen irgendwelche Störung erfährt. Damit steht aber der Annahme, dass sich die Samenschuppe phylogenetisch thatsächlich so entwickelt habe, kein Hindernis mehr im Wege. Alles was die Morphologen bestimmte, sie für ein Blattgebilde zu erklären und sie darin den Fruchtblättern der Cycadeen und den Staubblättern der Coniferen gleichzustellen, trifft für diese Entstehung ebensowohl zu als die Gründe, welche andrerseits für ihre Achselsprossnatur geltend gemacht wurden. Die Samenschuppe gehört danach ja in der That einem Achselspross an; nur sind es dessen erste Blätter, die sie bilden. Die so entstanden gedachte Samenschuppe hat aber auch ein hochinteressantes Homologon in der vegetativen Region einer Conifere. Wie H. v. Mohl nämlich für die grünen, scheinbar einfachen Nadeln von *Sciadopitys* zweifellos nachgewiesen hat, kommen diese in ganz der gleichen Weise zu Stande, wie es für die Samenschuppe der Abietineen als möglich bezw. wahrscheinlich hingestellt wurde: Durch rückwärtige Verwachsung der beiden ersten Blättchen eines sonst unentwickelten Seitensprosses, dessen Deckblatt bei *Sciadopitys* nur als kleine Schuppe ausgebildet wird. In den Doppelnadeln von *Sciadopitys* zeigen sich daher die Gefäßbündel der Nadeln gegenüber einfachen seitenständigen des Haupttriebes invers gestellt. Ganz dasselbe trifft aber auch bei der Samenschuppe der Abietineen zu und muss zutreffen, wenn ihre Bildung in der gedachten Weise zu Stande kommt.

Register, Inhaltsverzeichnis und Titelblatt zum XIV. Bande des Biol. Centralblattes liegen dieser Nummer bei.

Verlag von Eduard Besold (Arthur Georgi) in Leipzig. — Druck der kgl. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Alphabetisches Namen-Register.

Aderhold 663, 690.
Alix 406, 441.
Altmann 376, 621, 659.
André 56.
Apstein 122, 226, 319, 654 fg.
Ascherson 12 fg
Auerbach 341.

Bachofen 68.
Baines 338.
Ballowitz 411.
Baranetzky 661.
Bard 170 fg.
Barral 430.
de Bary 489.
Bateson 866 fg.
Baur 402 fg.
Beard 801.
Bebel 69.
Beddard 406, 435 fg.
Behrens 861.
Bell 790.
van Beneden 457, 821 fg.
Bennecke 316.
Bergendall 773.
Bergh 478.
Bernstein 557 fg.
Berthold 341, 862.
Bianconi 405.
Billroth 488.
Biondi 411.
Birge 606.
Blanc 315 fg.
Blasius 693.
Blochmann 314.
Blumenbach 711 fg.
Boas 317.
Bobretzky 366.
Böhm 338.
Bokorny 427.
Bonnet 160.
Borelli 746, 775.
Borodin 659.
Bouley 789 fg.
Bourne 86.
Boussingault 194, 212, 241.
Bovallius 472.
Boveri 454 fg, 823, 855 fg.
Bowditch 783.
Braem 350, 682 fg., 725.
Brauer 157, 453, 756.
Braun Alex. 14.
Brefelt 481.
Breuer 111.
Brindley 871.
Broca 789 fg.
Bronn 812.
Brooks 841.
Brown-Séquard 785 fg.
Brode 288.
Brunchorst 694.
Bryant 301.
Buchenau 12.
Bumm 441.
Bunge 632.
Bunsen 278.
Bürger 317.
Büsgen 256.
Bütschli 82 fg., 166, 200, 492, 622, 859.

Cajal 479.
Carnoy 450.
Caspary 878.
Cattel 25.
Celakovsky 878.
Charcot 787.
Chaniewsky 430.
Chauveau 430.
Chmielewski 865 fg.
Chun 605.
Claude-Bernard 422 fg., 787 fg.
Cohn 659.
Cope 262.
Crampe 79 fg.
Crato 129.
Cuénot 838.
Cuvier 596.
Cyon 421 fg., 568.
Czermak 786.

Dahl 319.
Dalyell 749.
Dames 594 fg.
Dangeasa 864.
Darwin 5, 66, 71, 222, 269, 284, 473, 662 fg., 690, 732, 796, 851, 870.
Decandolle 209, 252.
Delage 96 fg.
Detlefsen 696, 736.
Dewitz 3, 695.
Diakonow 419
Dixon 826.
Dohrn 801.
Dollo 402.
Dorfmeister 61.
Draparnauld 771.
Dreyer 372.
Driesch 340 fg., 600, 662, 666 fg., 697 fg., 727, 754, 770, 847.
Drosdorff 422.
Drost 386.
Dubois 385 fg.
Dugès 771 fg.
Dunn 272.

Ehrenberg 624.
Ehrlich 325, 425, 622.
Eichler 878.
Eimer 590 fg.
Elfving 666, 697, 732.
Emery 612.
Engelmann 85, 115, 659 fg., 690, 739.
Engels 69.
Engler 863.
Errera 697.
Evermann 288.
Ewald 96 fg., 563, 569 fg.
Exner 813.
Eyton 401.

Fabre 21, 721 fg.
Fairmaire 339.
Farmer 821, 860.
Faussek 367.
Fachner 734 fg.
Famintzin 865.
Fisch 88, 198, 314
Fischer 625.
Fleck 338
Flemming 169, 325, 449, 457 fg., 478, 622.
Fletscher 746.
Flint 263.
Flourens 563.
v. Fodor 489.
Fol 492.
Fookes 263 fg.
Forbes 287 fg., 406 fg., 435, 569, 648.
Forel 6, 55 fg., 548.
Fraise 594.
Francé 122.
Frank 194, 241, 662, 743.
Franklin 814.
Frenzel 200 fg.
Frerichs 421.
Fritze 318.
Fürbringer 399 fg., 434 fg., 593, 647 fg.

Gadow 406, 647.
Galton 783.
Gardiner 594.
Garrod 406 fg, 435, 597, 651.
Gegenbaur 201 fg., 872.
van Gehuchten 479.
Geoghegan 375.
Gessler 64.
Giard 858.
Giraldès 789 fg.
Goebel 247, 866, 878.
Golgi 479.
Goltz 563, 793.
Goubaux 789 fg.
Graber 369, 661.
v. Graff 748.
Graftian 247.
Grassi 54.
Greeff 89.
Gréhant 427.
Greenwood 777 fg.
Grönland 260.
Gruber 87, 166, 198, 314.
Gscheidlen 421.
Guignard 821 fg.
Günther 606.

Haacke 74, 413, 497, 513, 529, 585, 626, 666, 697.
Haberlandt 258, 696. 730.
Haeckel 37, 41 fg., 372, 562.
Häcker 318, 450. 467.
Hahn 420.
Hallevorden 421.
Hallez 749.
Halliburton 376.
Hammarsten 322.
Hamilton 746.
Hansdeen 256.
Hansemann 169.
v. Hanstein 813.
Hardy 151.
Hartog 830, 862, 865.
Haswell 406, 435.
Hatschek 359.
Hauriot 430.
Heathcote 365.
Heck 207.
Hehring 206.
Heidenhain 556 fg.
Heider 361 fg., 845.
Heinrich 90.
Hellriegel 194, 242.
Henking 319, 856.
Hennegny 315.
Hensen 34, 114, 123, 176, 488, 561, 759, 800 fg.
Herbst 671 fg.
Hermann 196, 693.
Hertwig O. 340 fg., 372, 443, 478, 509, 598, 602 fg., 622, 755 fg., 800 fg., 823 fg., 854 fg., 865.
Hertwig R. 166, 171 fg., 372.
Heusinger 435.
Heymons 433.
Hirschberg 773.
His 479, 754 fg., 810, 847.
Hofer 166. 288, 874.

Hoffmann 315.
Hofmann 62.
Hoppe-Seyler 375.
Hubrecht 317.
Hulke 402.
v. Humboldt 215.
Humphrey 587, 828.
Hürthle 411.
Huxley 238, 399, 401, 649, 751.

Imhof 123.
Ischikawa 157, 198, 314.

Jäger 406 fg.
v. Jaksch 373.
Jaquet 432.
Jaworowsky 779.
Jefferson 288
Jennings 494, 606.
Jensen 663 fg., 739.
Jernand 263.
v. Jhering 724.
Jijima 765 fg., 805 fg.
Johnson 402, 749.
Jönsson 694
Jordan 288.
Jourdan 552.
Junger 308.

Kant 717 fg.
Karawaew 433.
Karsten 311.
Kaufmann 582.
Keller 115, 746, 765.
Kennel 369, 583, 745, 765 fg., 773.
v. Kerner 15 fg., 309.
Kessler 465.
Keuthen 194, 314.
Kiesselbach 568.
Kingsley 367.
Kischinonye 365.
Klebahn 861 fg.
Klebs 199, 752, 818.
Koch 17, 481.
Kochs 303.
Kofold 606.
Kohl 737 fg.
Kölliker 479, 759 fg.
Kornauth 59.
Korotneff 433.
Korschelt 316, 361 fg.
Koschewnikow 119 fg.
Kossel 327, 375 fg.
Kowalewski 354, 841.
Krantz 874.
Kräpelin 548.
Krause 486.
Kreidel 569.
Kronecker 380.
Kraus G. 742.
Kühn 11.
Kupffer 316, 754.
Kusnezowa 120.

Laboulbène 786.
Lancaster 265 fg.
Landi 426.
Lang 140, 725.
Langendorff 411.
Lauterborn 196, 582.
Lauth 435.
Lavoisier 782.
Lebrun 467.
Lee 299.
Leydig 551.
Leidy 87.
v. Lendenfeld 497 fg., 539.
Lenhossek 479.
Lépine 422 fg.
Leuret 441.
Levaillant 338.
Liebermann 376.
Lilienfeld 376 fg.
Linné 283.
Linton 288.
Livingstone 338.
Loeb 111, 342, 569, 600, 659 fg., 666, 690, 754 fg., 846.
Löhr 17.
Longet 791.
Luciani 495.
Lüders 488.
Lukianow 621.
Lundström 301.
Lwoff 359.

Maas 562.
Macbride 248.
Magnus 401.
Marey 564.
Mark 859.
Marsh 262, 402, 594, 606.
Marshall 159, 848.
v. Martens 472.
Massart 695, 736.
Matte 96.
Mayer P. 763, 806.
Mayer Robert 780 fg.
Mehnert 315.
Mehring 422.
Meissner 421.
Merren 401.
Metschnikoff 362.
Miescher 375.
Millardet 850.
Milne-Edwards 231, 401 fg.
Miyoshi 273, 691, 736.
Mitrophanow 621, 623.
Mivant 401.
Möbius 642.
v. Mohl 878 fg.
Molisch 691, 737.
Moll 829.
Möller 491.
Monoyer 568.
Morgan 66 fg.
Morin 365 fg., 756.
Morte 404.
Mosso 23 fg.
Müller 169.
Müller H. 284.
Müller J. 650.
Müller H. J. C. 734.
Munk 430.

Nachtrieb 299.
Naegeli 132, 536, 590, 602.
Nagel 693.
Nathusius 11.
Naudin 849.
Naunyn 422.
Nencki 420.
Neyt 457.
Nitzsch 406 fg., 435, 594.
Noll 258, 664, 729 fg., 876 fg.

Notthafft 804.
Nusbaum 157, 314, 467, 490, 780, 821.

Oellacher 754.
Oestlund 299.
Oltmanns 734, 859.
Oppel 758.
Oustaled 399.
Overton 825.
Owen 401 fg.

Packart 264.
Parger 399, 623.
Pasteur 488.
Patten 386.
Paulow 420.
Pénard 89.
Perkin 435.
Perrin 435.
Petermann 245.
Pfeffer 117 fg., 256 fg., 537, 689 fg., 729 fg.
Pfitzner 149.
Pflüger 340 fg.
Pictet 301 fg.
Plate 583 fg.
Plateau 471, 549.
Platner 859 fg.
Plosz 375.
Pohl 376.
Potonié 11.
Prechtl 566.
Pringsheim 832.
Przesmycki 620.

Quincke 322.

Rabe 449, 457, 492.
Rabl 806.
Ramon y Cajal 790.
Ranvier 754.
vom Rath 319.
Rathke 873.
Ratzeburg 64.
Raum 621.
v. Rauwenhoff 862.
Rawitz 385 fg.
Reichenow 405.
Reinhardt 435, 691.
Rengger 207.
Retzius 479.
Richet 428 fg.
Robin 786.
Rolleston 437.
Rösel 160.
Romanes 5, 267.
Roscoe 278.
Rosen 864.
Rosenberger 488.
Rosenstadt 622.
Rosenthal M. 786.
Rossbach 488.
Rothert 736 fg.
Roux 340 fg., 604 fg., 612, 754 fg.
Rückert 315, 758.
Rüdinger 437.
Russel 495.
Ryder 386.

Sachs 275 fg., 485 fg., 661 fg., 728 fg., 802, 878.
Sadow 399.
Salensky 317, 841.
Salkowski 421.
Sandersen 488.
Sarasin 585.
Saunders 779.
Schaeffer 160.
Schaudinn 314.
Scheuerlen 62.
v. Schewiackoff 196.
Schiff 795.
Schmankewitsch 873.
Schindler 381.
Schmiedeberg 421.
Schmidt 63.
Schmitz 861 fg.
Schneider 151.
Schopenhauer 697.
Schrader 111.
v. Schroeder 421.
Schulgen 361.
Schultzen 421.
Schulze 166.
Schulze F. F. 746.
Schütt 126.
Schumann 15.
Schwarz 663.
Schweigger 760.
Schweizer 693.
Seeger 422.
Seeley 594.
Seeliger 725.
Sekera 771 fg.
Selenka 343 fg., 401, 411, 435.
Serres 441.
Settegast 11.
Sewall 111, 569.
Sharp 386.
v. Siebold 765.
Simroth 553
Sollas 115.
Sonntag 138.
Spencer 1 fg., 55, 322.
Stadthagen 380.
Stahl 305 fg., 659 fg., 690. 832 fg.
Steenstrup 239.
Stein 201.
Steiner 111, 569.
Steinhaus 621.
Stenzel 878.
St. Hilaire 595, 838.
Stintzing 64.
Strasburger 469, 659 fg. 730 fg., 878.
Stricker 754.
Strümpell 495.
Stuhlmann 472.
Sundevall 406 fg., 435 fg. 595.

Tangl 62.
Tarnani 839 fg.
Thoiss 381.
Tholozan 796.
Thuel 435.
Tiedemann 401.
Tiegel 488.
Tommaschewitz, Anna 56[illegible]
Topinard 587.

v. Tubeuf 62.

Uljanin 363.

VanderBrock 488.
Verhoeff 20.
Verworn 112 fg., 387, 659 fg., 693 fg., 731.
Vetter 402.
Vines 817.
Virchow 63.
Vöchting 15 fg., 284.
Vogt 754.
Vulpian 787.
de Vries 740 fg.

Wachtl 59.
Wagner 140.
v. Wagner 748, 767, 805, 864.
Walker 606.
Ward 606.
Washington 288.
v. Wasielewski 454 fg.
Wasmann 9, 549, 724.
Watase 325.
Watson 405 fg.
Weismann 1, 53, 61, 71 fg., 140 fg., 230, 260 fg., 314 fg., 467, 498 fg., 513, 598 fg., 610, 725, 767 fg., 836 fg., 851.
Weldon 406, 435.
Wenckebach 763, 806.
Westermarck 67 fg.
Westphal 786.
Wegrand 780.
Wijhe 801.
Whitmann 321.
Wiedersheim 751.
Wiesner 275 fg., 322, 482, 632, 734.
Wigand 632.
Wilser 498.
Wilson 315 fg., 347 fg., 600.
Wolcott 606.
Wolfgramm 88, 314.
Wolfsohn 492.
Wöhler 431.
Wortmann 658, 696, 697, 737.
Wunderlich 651.
Wundt 24.

Youmans 266.

Zacharias 34, 194 fg., 314, 377, 745, 772.
Zahn 488.
Ziegler 65, 314 fg., 763.
Zimmerer 64.
Zograff 365.
Zschokke 746, 775.
Zweifel 488.

Alphabetisches Sachregister.

A.

Abfälle 304.
Abietineenzapfen, morphologischer Aufbau 878.
Abnormitäten, Auffassung des Wesens 868.
Abwässer 304.
Acanthomyrmex 56.
Acer platanoides, Träufelspitze 306.
Acilius sulcatus 96 fg.
Acorus calamus. Agamogenese 260.
Acridier 117.
Acridium aegypticum 117.
Acroperus leucocephalus 290.
Actinien, Sinnesorgane 554.
Actinosphaerium 88, 390.
Actinophrys 390.
Aculeaten 21.
Adamsia 812.
Adelops 201.
Adenia 380.
Adoxa moschatellina 732.
Adventivknospen, Entwicklungs-Bedingungen 277.
Aeginopsis 563.
Aeromyrma 56.
Aërophor, bei *Psilaria monacha* 60.
Aerotaxis 690.
Aeschna juncea 96 fg.
Aesculus hippocastanum, Hängeblätter 311.
Aethalium septicum, Chemotaxis 690. Phototaxis 660, Reizstimmung 730. Thermotropismus 693.
Agamogenese 259.
Agenia carbonaria 22.
Aglantha digitalis 562.
Aglaura hemistoma 562; *A. Nausicaa* 562.
Agrion elegans 96 fg.
Agyrodendron amboinense, Wachstum 730.
Aira alpina 15.
Ajuga reptans 284.
Alaurina, Ungeschl. Fortpflanzung 746.
Alburnus lucidus, Vorkommen 295.
Allium vineale compactum 19.
Allarchestes dentata 291; *A. inermis* 291.
Alona 290.
Altruismus 171.
Alyssum calicinum 213.
Alytes abstetricans Wagl 70.
Amblystoma, Vorkommen 299.
Ameisenbär 167.
Ameisen-Neutra, Verhältnis zur Naturzüchtung 3; A., Entstehung des Arbeiterstandes 53.
Amidostearin in den Chylusfetten 420.
Ammodiscus gordialis P. u. J. 162.
Ammophila 722.
Amoebaeformia, indirekte Kernteilung 314.
Amoeba limex, thermotaktische Versuche 693; *A. proteus* 87 fg., 390. *A. secunda* 84.

Amöbenstudium 314.
Ampelopsis, Wachstumserscheinungen 734.
Amphioxus, Eifurchung 347; *A. lanceolatus*, Ontogenie 353; *A.*, Lichtsinn 810.
Anabolismus, Begriff 323.
Anaerobie 427.
Anaplasie der Zellen 173.
Anapus ovalis 495.
Anatomie und Entwicklungsgeschichte, Ergebnisse 240; A. der Stütz- und Bewegungsorgane bei Vögeln 399 fg., 434 fg., 593, 647 fg.
Anemonia 812.
Anergates 56.
Aneura, Chromosomen 860.
Anisomorphie 275.
Anisonema grande Ehrb. 390.
Anisophyllie 276.
Anisotropie 275.
Anneliden, Eifurchung 349, 362 fg.; A., Geruchs- u. Geschmacksorgane 554.
Anophthalmus 267.
Anpassung, konvergente 166 fg.; A. der Pflanzen an Regenfall 305; Wesen der A. 538, 615.
Antennularia, positiver Stereotropismus 342; *A. antennina*, Diageotropismus 666, Heteromorphosis 846.
Antebrachialindex, Verminderung 590.
Anthophysa 394.
Anthozoen, Knospung 726.
Anthidium, Instinkt 722.
Anthropoiden, Zusammenhang mit dem Menschen 589.
Antinonnin 64.
Antirrhinum majus 851.
Anuraea aculeata Ehrb. 392; *A. cochlearis* 122.
Apfelsäure, chemotaktische Wirkung auf Farnsamen 689.
Aphenogaster (*Messor*) *barbarus* L. 57; *A. aegypticus* 58; *A. striaticeps* 57.
Aphanomyces laevis 862.
Aphis 238; *A.* neue Gattung 299.
Apis 59.
Apsilus lentiformis 495.
Apteryx, syst. Stellung 436.
Aquilegia vulgaris 214.
Arachnoideen, Keimblätter 364.
Arbeitsbiene, Entwicklung 53.
Arbeitsleistung der Haustiere, Ermittelung 474.
Arca, Lichtsinn 386.
Arcella 314.
Archesporium, entwicklungsgeschichtliche Stellung 866.
Argulus foliaceus 106.
Argyroneta aquatica 105.
Arion empiricorum, Befruchtung 860.
Aroideen, Geotropismus 665.
Artemia Milhausenii, Zusammenhang mit *A. salina* 873; *A. salina*, Chromosomenzahl 467 fg.; *A.*, Reaktion auf Salzgehalt 873.
Arthropoden, Dotterzellen 361 fg., A.-Eier, Aero- (Oxygeno-) Taxis 756 fg., Embryonalhüllen 361 fg., Entwicklung des Mitteldarms 433 fg., Keimblätter 361 fg., überzählige Extremitäten 875.
„Arzeneikästlein", Anzeige 848.
Ascaris bivalens 454, Chromosomen 849, Chromosomenzahl 453 fg., *lumbricoides* 455, *megalocephala* 457, *nigrovenosa* 341, Spermatogenese 453, *univalens* 454.
Ascomorpha hyalina 495.
Ascophyllum nodosum 859.
Asellus cavaticus 552.
Asparagin 274.
Aspergillus niger, Chemotropismus 273.
Asplanchna 122, *helvetica* 123, *Herricki* 495, *priodonta* 392.
Assimilation, Wesen 418.
Astacus fluviatilis 96 fg., 758.
Asteracanthion, Eientwicklung 857.
Asterina gibbosa, Geotaxis 664.
Asterionella gracillima 230.
Atavismus, Auffassung 871.
Atmosph. Luft, Preisaufgabe über Wesen und Eigenschaften 480.
Atta, Wichtigkeit für die Selektionstheorie 4.
Augen, regressive Umbildung bei Ameisen 3 fg, systematischer Wert bei Vögeln 472.
Augmentation, Begriffsbestimmung 775.

Aulostoma lacustris 290.
Auswachsen des Getreides 16.
Azteca 55.

B.

Bacillus B. 62.
Bacterium monachae 62, *termo* 744.
Bakterien als Reagens auf Sauerstoff 690.
Balatonsee, Plankton 33.
Barbetistes 117, *serricauda* 118.
Bastarde 849.
Bathybius Haeckelii 613.
Baustoffe der Insekten 722.
Becken der Vögel, systemat. Bedeutung 401.
Befruchtungsvorgang 855.
Bellia crassicollis 203 fg.
Bembex 23.
Beroë ovata, Sinnesorgane 554.
Bibliographische Reform 270.
Bicosoeca socialis n. sp. 394.
Bienengesellschaften 22.
Bienenstöcke, Zustände in B. 319.
Bindegewebshüllen, Entstehungsursache 763.
Biocönose 642.
Biologie, terminologische 628.
Biologische Süßwasserstation am Gullsee in Minnesota 299 fg., in Frankreich 300, in Plön, Besetzung 507.
Biolog. Untersuchungen in amerikanischen Seen 505
Bionomie des Meeres 688.
Biota orientalis 826.
Bipalium Kewense Mos 746, 773.
Bipalpus vesiculosus 123.
Blatta americana, Extremitäten 875.
Blattgestalt, Beziehung zu Niederschlägen 305.
Blut, antibakterielle Eigenschaften 489.
Blutegel, Unters. über Lebensgewohnheiten 299 fg.
Blutkörperchenfärbung, rasches Verfahren 687.
Blutsverwandtschaft 75.
Blutsverwandtschaftsfamilie 67.
Böhmeria urticaefolia 307.
Bohnen, Geotropismus 664.
Bombus lapidarius 110, *muscorum* 110, *terrestris* 110.
Bombyx neustria, Geotropismus 664.
Bosmina 122, *cornuta* 392, *longirostris* 290.
Bothriocephalus 724.
Bothrydium granulatum 659.
Botrytis bassania Bals. 64, 274, *tenella* Delac. 64, *tenella* 274.
Brachionus angularis 392, *pala* 392.
Branchipus 106, *stagnalis*, Eier 756, Verhältnis zu *Artemia salina* 873.
Brassica Napus 184.
Brown-Séquard, Biographie 785 fg.
Bryozoen, Vorkommen 300.
Bussaria truncatella 398, 624.
Bursaridium Schewiakowii 392, 398.
Burseraceen 338.
Buxus, Belichtungsverhältnisse 279.

C.

Caenomorpha 89, *Henrici* 90.
Caenomorphina 90.
Calcituba 161, *polymorpha* Roboz 163.
Calicurgus annulatus 21, Instinkt 122.
Camponotiden 55.
Camponotus 54 fg.
Cannabis indica, Träufelspitzen 306.
Capsa fragilis 388.
Carchesium polypinum, Verdauungsversuche 777 fg.
Carcinus Maenas 114.
Cardita sulcata 388.
Cardium aculeatum 388, *edule*, Lichtsinn 385, *oblongum* 388, *tuberculatum* 388.
Carebara 56.
Carinaria mediterranea 553.
Carmarina hastata 555.
Carpinus betulus 309, *caroliniana*, Träufelspitzen 309.
Casuarius 437.
Catenula, ungeschl. Fortpflanzung 746.
Cathypnadae 494.
Cavia aperca 206, *cabaya* 206, *Cutleri* 208.
Cephalotus 252.
Ceratien 125.
Ceratium 198, *hirundinella* 226.

Ceratosamia 828.
Cereanthus membranaceus, Lichtsinn 812, Polarisation 846.
Ceriodaphnia 290.
Chaetopteris 131.
Chalicodoma, Instinkt 721 fg.
Chamaeleonten 166.
Chamaeleopsis 167.
Chamaerops humilis 215.
Chasmogame Blüten 283.
Chelone 206.
Chelydide Platemys Hilairi 202.
Chelydra serpentina 203.
Chelymis Macquaria 204, *Victoriae* 204.
Chelys fimbriata 204.
Chemischer Sinn der Krebse 512.
Chemotaxis 689 fg.
Chemotropismus 273, 690 fg.
Chilomonas 624, Heliotaxis 659.
Chitra indica 204.
Chlamydomonas 663.
Chloralhydrat bei Kaninchennarkosen 586.
Chloraphytum Sternbergianum 861.
Choanoflagellata 394.
Cholera 304.
Cholestearin, Bez. zur Leber 422.
Chorioidea, Entstehung durch Richtungsreize 763.
Chromogaster testudo 393.
Chromosomen, Konstanz der Anzahl 449 fg., doppelwertige 450, Schwankungen beim Hund 452, atypische Schwankungen 469 fg.
Chroomonas Nordstedtii Hansg. 391, periodische Reduktion 817 fg., 849 fg.
Chrysemis picta 202 fg.
Chydorus sphaericus 290.
Ciliata, neue Arten 396, Zellkörnchen 622.
Cinosternum cruentatum 203, *integrum* 203, *leucostomum* 203, *mexicanum* 203, *pennsylvanicum* 203.
Cinyxis 206.
Ciona intestinalis 553, Lichtsinn 811.
Circaea lutetiana 732.
Cistudo carolina 202 fg.
Cistus guttatus 283, *salicifolius* 283.
Cladoceren 36.
Cladrocystis aeruginosa 123.
Clavicula, Bed. f. d. Systematik der Vögel 399.
Clemmys caspia 202 fg., *guttata* 203 fg., *leprosa* 202 fg., *macropus* 203, *ocellata* 203, *reveesii* 203.
Clepsine elegans, Geschlechtsverhältnisse 300, *ornata* 290.
Closterium, Vorgänge im Ei 865.
Cochlophora valvata, falsche Mimikry 473.
Codonella cratera Leidy 392, *lacustris* 227.
Codosiga 88, 198.
Coffea arabica, Verhalten der Träufelspitzen 306.
Cohn'sche Normalnährlösung, Versuche 482.
Colios hyale 318.
Colobopsis 54 fg., *truncata* 58.
Colpidium colpota 622 fg., *nasutum* 622 fg.
Commiphora africana (Arn.) Engl. 338.
Condylostoma vorticella Ehrb. 392.
Coniferen 276.
Conochilus 122, *leptopus* Forbes 289, *unicornis* 495.
Copepoden, im Amazonenstrom 319, Reizempfindlichkeit 731.
Coregonus albus, Vorkommen 294, 606.
Corixa carinata 96 fg.
Cornus sanguinea, Blatt 280.
Cörulein, Färben der Gewebe 425 fg.
Cosmarium, Vorgänge im Ei 865
Cottus gobio, Vorkommen 294.
Craspedoten, Vorkommen 562.
Crematogaster 56.
Crustaceen, chemischer Sinn 552, Furchung 362, Geschmacks- und Geruchsorgane 551.
Cryptocerus 54.
Culex pipiens 97 fg.
Curcubita Pepo 216.
Cyclemis amboinensis 203, *d'hor* 205.
Cyclidium glaucoma Ehrbg. 87.
Cyclopiden 106.
Cyclops 122, 393, *capilliferus* Forbes 290, *gyrinus* 290, *mimilus* Forbes 290, *serratulus* Forbes 290, *serratus* Forbes 290, *Thomasi* Forbes 290.
Cymothoa 552.

Cythaea Chione 388.
Cytoplasma 327.

D.

Dactylosphaerium radiosum 34.
Damonia Hamiltoni 203 fg.
Daphnella brachyura 290.
Daphnia 106, *angulifera* Forbes 290, *arcuata* Forb. 290, *clathrata* Forb. 290, *dentifera* Forb. 290, Entw. der Wintereier 318, *pulex* 290, *pulex pulicaria* Forb. 290, *Schödleri* 290, *thorata* Forb. 290.
Darlingtonia 247 fg.
Darm, relative Länge 116, der Vögel system. Verwertung 591.
Darwinismus, Bemerkungen 609 fg.
Decticus 118.
Dendrosyllis 726.
Derbesia, Befruchtung 862.
Descendenztheorie 721.
Desor'sche Larve 317.
Diaheliotropismus 662.
Diamphidia locusta Fairmaire 338.
Diaptomus 290, 393, *Lintoni* Forbes 291, *piscinae* Forbes 291, *shoshone* Forb. 291, *sicilis* 291.
Diaschiza semiaperta Gosse 391.
Dichonia aprilina, falsche Mimikry 472.
Dictyota dichotoma 530.
Diemyctilus, Vorkommen 290.
Didinium Balbianii 392, *nasutum* 392.
Difflugia globulosa 289.
Dimorpha mutans Grub. 198.
Dinamoeba mirabilis 87.
Dinobryoniden 125.
Dinobryon sertularia (*divergens*) 297, *stipitatum* Stein 391.
Dinocharidae 494.
Dinoflagellaten 125, 396.
Dinophilus 838.
Dionaea 250 fg.
Diplox scotica 109.
„Discontinuität" in der Artentstehung 869 fg., in der Färbung ...rarten 869.
Disematostoma Bütschlii 392, 396.
Dissimilation, ohne Sauerstoff 427, mit O 429.
Dolichoderiden 55.
Doppelbildungen der Extremitäten 875.
Doppelspermien 411.
Dornschwänze 168.
Doryliden 55.
Dorylus 56.
Dorymyrmex 56.
Dotterzellen, Verhalten bei d. Furchung der Arthropodeneier 361 fg., bei Arachniden 366, d. (Vitellophagen) Chemo- (Tropho-) Taxis 157.
Drosera 256.
Drosophyllum lusitanicum 249 fg.
Dytiscus marginalis, Vorgänge an Sperma 408 fg.

E.

Echinokokkus, Knospung 724.
Echinopyxis 289, *aculeata*, thermotaktische Versuche 693.
Echinus microtuberculatus, Objekt zur Untersuchung der Eifurchung 340.
Echium vulgare 217.
Egernia stokesii 168.
Ehrlich'sches Verfahren zur Blutkörperchenfärbung 687.
Eibildung bei Anneliden 316.
Eier, Verhalten gegen hohe Kältegrade 303, Verh. von Eiweiß zu Dotter und Schale der Vögel 560,
Eifurchung, Bed. des Druckes 340.
Eigenwinkel beim Pflanzenwachstum 697.
Eimer'sches Organ 555.
Einfluss des Lichtes auf Blüten 285 fg.
Einheit der Zelle 321.
Elodea, Agamogenese 85, *canadensis* (*Anacharis*) 260.
Eseya latisternum 203 fg
Embryocyten 369.
Embryonalhüllen, der Arthropoden 361 fg., 368 fg., bei Metazoen 370.
Emyda granosa 203 fg., *villata* 204.
Emydura Krefftii 204.

Emys orbicularis 202 fg.
Endothelien, Entstehung 763.
Enoplus 841.
Entleerung der Reservestoffe in Samen 257.
Entomostraken 34.
Entwässerung der Blattflächen, Bedeutung 308 fg.
Entwicklung, experimentelle Beiträge zur Physiologie 609 fg.
Eozoon Canadense 613.
Epeira 551.
Ephemeriden 104.
Ephippigera 118.
Epigenesis 515.
Epimorphismus 590.
Epischura nevadensis Columbiae Forb. 291.
Epithel und Epithelzelle, Definition 174.
Epitrophie 276.
Epoecus 56.
Eremobia 117.
Ergograph von Mosso 23.
Erhaltung der Kraft 633.
Erigeron 217.
Eriodendron attractuosum, Diageotropismus 666.
Ermüdung, Beziehung zu geistiger Thätigkeit 23 fg.
Ernährung, der Pflanzen 241.
Erstempfängnis, Einfluss auf spätere Früchte 262.
Ervum Lens 217.
Erworbene Eigenschaften, Wesen 516.
Esox 111, *lucius*, Vorkommen 295, Labyrinth-Exstirpation 569.
Eucalyptus globosus 216.
Euchaeta, Spermatogenese 452.
Eucharis multicornis 112.
Eudendrium 140, *racemosum* 140 fg., 682, *ramosum* 141, 682.
Eudorina elegans 391.
Euglena acus 34, Reizempfindlichkeit 739, *viridis* 87, 194, 390, 659 fg., 690.
Euglypha 88, *alveolata* 196.
Eupagurus 758.
Eurytemora 122.
Eutainia, Vorkommen 299.
Eutreptia viridis Perty 390.
Evolutionsbegriff 604.
Exotropie der Wurzeln 876 fg.

F.

Fagus silvatica 215, Blattform 276.
Familie, Entwicklungsgeschichte 65.
Familienleben bei Anthropoiden 66.
Färbemethode f. Blutkörperchen nach Seelmann 687.
Festschrift für Aug. Weismann 314.
Festuca alpina 15, *rupicaprina* 15.
Fette, aus Kohlehydraten 430.
Fichte, Reaktion auf Licht 283.
Fische, Sinnesorgane 555, Vorkommen in den Alpenseen 292 fg.
Fischerei-Verein, deutscher, Preisaufgaben 446.
Ficus, Thigmotropismus 696.
Flagellata, neue Arten 394.
Florideen, Befruchtung 863.
Floscularia mutabilis Bolt 393.
Flügel, regressive Umbildung bei Ameisen 3.
Föhre, Reaktion auf Licht 283.
Foraminiferen, Art der Kernvermehrung 161.
Forficula auricularis, Dimorphismus 871.
Formenphilosophie von H. Driesch 626 fg., 666 fg.
Formica sanguinea, Sklaverei 7.
Formicina lanestrina, falsche Mimikry 472, *mutinensis* 472.
Frontonia leucas Ehrbg. 391, 396.
Froschlurche 167.
Fucus 130.
Fundulus-Embryo 754.
Furchung, Variabilität 350, 361, Wirkung von Druck 343.
Fußbildung der Vögel, Bedeutung für die Systematik 440 fg.
Fusus antiquus, Spielarten 869.

G.

Gallinula chloropus, Behaarung 869.
Galvanotaxis 693 fg.
Galvanotropismus 694.
Gametophyt 821.

Gammarus pulex 108, *robustus* 291.
Garuga, Wachstum 730.
Gasheizung 304.
Gasteropoden, Embryologie 491.
Gastroschiza flexilis Jägersk. 393.
Gastrosteus aculeatus L. 70.
Gefäßhüllen, bindegewebige und muskulöse, Entstehungsursachen 761.
Gehirn, progressive Umbildung bei den Ameisen-Neutra 4.
Gelbsucht, der Seidenraupen 63.
Gemmarienlehre von Haacke 413 fg., 497.
Gemmen u. Gemmarien 536.
Generationswechsel 820.
Gentilverfassung 68.
Geodiden 115.
Geocmyda spinosa 204.
Geophilus 758.
Geotaxis 663.
Geotropes 110.
Geotropismus, negativer 664 fg., bei Tieren 846 fg.
Geraniaceen, Vorkommen 338.
Geruchsorgane der Vögel, taxonomischer Wert 593.
Geruchsplatten 555.
Geruchs- und Geschmackssinn, Organe 593 fg.
Geschlechter, Verhältnis beider 752.
Geschlechtsapparat, Umbildung bei Ameisen 3.
Geschlechtsthätigkeit der Pflanzen, Einfluss auf ihr veget. Leben 286.
Geschmackskegel 548.
Geschmackssinn, Verh. z. Geruchssinn bei Wassertieren 545.
Geschwülste 169.
Gesundheitspflege, Anzeige 304, Versammlung d. Deutschen V. 1894, 607.
Gewürze, Einfluss auf Pankreassekretion 558.
Gibbon (*Hylobates*), Intermembralindex 589.
Glaucothrix 659.
Gleichgewicht, Erhaltung 95, 563 fg.
Gleichgewichtsapparate bei Wirbellosen 96.
Glenodinium aeruginosum 391.
Gliotrichia echinulata 123, 230.
Glykogen, Bildung in der Leber 422.
Glykokoll, Bildung in der Leber 422.
Glykose 430.
Gorilla, Intermembralindex 589.
Granula, Theorie von Altmann 620.
Graphoderes fasciaticollis 291.
Gromia mutabilis Bail 390.
Grundzüge der allgemeinen Anatomie und Physiologie 443.
Gryllodeen 114.
Gryllus 118.
Gryllotalpa 118, Mitteldarm 433, Spermatogenese 452.
Gruppenehe (Punaluafamilie) 67.
Guanin, Vorkommen 381.
Gymnodinium tenuissimum n. sp. 391, 396.
Gyrodactylus 239.

H.

Haematococcus lacustris 663.
Haifisch, Sinnesorgane 555.
Haliamphora 247.
Halicryptus 840.
Halictus maculatus 22, *quadristrigatus* 22, *sexcinctus* 22.
Haliplus flavicollis 100.
Hängeblätter bei Tropenpflanzen 310.
Hardella thurgi 202.
Harmothoe nodosa 839.
Harnstoff, Historisches 421, Bildung in der Leber 428.
Haustierleistungen, Begründung einer Wissenschaft, auf anatom.-physiol. Grundlage 473 fg.
Hautsinnesorgane der Wasser- u. Luftinsekten 150, Unterschied bei Imago und Larve 551.
Heleocharis palustris, Geotropismus 665.
Helianthus annuus 184, 530, *tuberosus* 216.
Heliconia dasyanthe, Schlitzblätter 312.
Heliotropismus 661, 783.
Helix arbustorum, Lichtsinn 812, *hortensis* Lichtsinn 812, *pomatia* Lichtsinn 812.
Hemerocallis fulva 837.
Henle'sche Scheide 760.
Heterocephalus 869.

Heteromorphose 600, definitive 846.
Heteropoda, Geruchs- und Geschmacksorgan 553.
Himanthalia lorea 860.
Hirudineen 554.
Hirundo rustica, Eier 560.
Hodgkingspreise 480.
Höhlenfauna Nordamerikas 267.
Höhlentiere, blinde 265.
Holopedium gibberum 290.
Holophrya nigricans n. sp. 392, 396.
Holothurien, Reizempfindlichkeit 555.
Homöosis, Begriff 874.
Hordeum vulgare 193.
Hudsonella pygmaea Calm. 392.
Hydra 140, 682 fg., *fusca* 140 fg., Phototaxis 660, *viridis* 140 fg.
Hydrachna sanguinea 105.
Hydraspis 206.
Hydrobia ulvae Penn. 319.
Hydroiden, Knospung 140, 682 fg., 725, Thigmotropismus 696.
Hydrophilus 550.
Hydroporus 100.
Hydrotaxis 690.
Hydrotropismus 691.
Hyphydrus ovatus (*ferrugineus*) 100.
Hyla 167.
Hymenomonas roseola Stein 390.
Hymenomyceten, Befruchtungsvorgänge 864.
Hymenopteren, Sozialleben 20.
Hyphen, chem. Reizbarkeit 691.
Hypotrophie 276.
Hypoxanthin, Vorkommen 381.

I.

Idenlehre, Bedeutung f. d. Vererbungstheorie 514, I.-Theorie 836.
Idotea 104.
Ikonoptische Tiere 387.
Ilibius subaenus 100, *uliginosus* 96 fg.
Ilyocryptus acutifrons Sars 391, *sordidus* Liévin 391.
Infusorien, Verdauung 771.
Impatiens parviflora 284.
Incestzucht, Folgen 80.
Insekten, Keimblätterbildung 363, Meta- und Ametabolie 363.
Insektivoren, Pflanzen 247.
Instinkte, Entstehung neuer 8, 721 fg,
Intermembralindex, Aenderung 586.
Inzucht 68.
Iridomyrmex 56.
Irritabilität, Begriff 543.
Isoëtes 12.
Isomastigoda 395.
Isopoden, Extremitätenanlage 779.

J.

Juncus alpinus 15, *bufonius* L. 11 fg., *compactus* Celakóvsky 17, β = *fasciculatus* 17, *ranarius* Perrier et Songeon 18, *supiuns* 15, β = *viviparus* 17.
Justicia picta, Wirkung der Träufelspitze 306.

K.

Kachuga intermedia 224, *tectum* 205.
Kälte, Wirkung großer, auf organ. Leben 301 fg.
Kandelaberform der Bäume, Bedeutung 730.
Kant-Laplace'sche Theorie 677.
Karbaminsaures Ammonium, Beteiligung am Stoffwechsel 420.
Kartoffelkeime, Verhalten zum Licht 281.
Karyoplasma 327.
Karzinom 174.
Katabolismus 323.
Kehlkopf, systemat. Wert bei Vögeln 649.
Keimblätter bei Arthropoden 361 fg., bei Crustaceen 363.
Kellersee, Plankton 230.
Kernteilung, bei *Euglena* 194, bei Flagellaten 87, 169 fg., bei Metazoen 314, bei Protozoen 314.
Kiefer, Umwandlung bei Ameisen 7.
Kleinhirn, Exstirpation 495 fg.
Kleistogame Blüten, Selbstbestäubung 283.
Knöllchenpilz der Leguminosen, parasit. Natur 491.

Knospung bei Hydroiden 140, bei Metazoen, Entstehung und Bedeutung 723 fg., Herleitung aus Regeneration 725, Verhältnis z. Teilung 750.
Koadaption, Beziehung zur natürlichen Zuchtwahl 2.
Konjugation bei Spermien 410.
Kontakt, Einfluss auf Bewegungen von Organismen 695.
Konvergenz 166 fg.
Körnchen, der trüben Schwellung bei „Wipfelkrankheit" 63.
Körnchenströmung 84.
Krankheiten b. Blutsverwandtschaft 49.
Krebse, Riech- u. Schmeckorgane 552.
Kreuzungen 206.
Kropf der Vögel, system. Verwertung 595.

L.

Labyrinthexstirpation 111, Verfahren bei Knochenfischen 569 fg.
Lacaze-Duthiers'sches Organ 552.
Lacinularia socialis 289.
Lage der Pflanzenorgane, Einfluss auf die Gestalt 275.
Lamarckismus, Unzulänglichkeit 610.
Lamium amplexicaule 284, *maculatum* 284, *purpureum* 284.
Lamellibranchiaten, Geruchs- und Schmeckorgane 553.
Landasseln, Riechvermögen 551.
Landschnecken, Riech- und Schmeckorgane 553.
Lasius 56.
Laubfrosch, Vorkommen 299
Leben, Begriff 613, 627 fg.
Leber, Rolle beim Stoffwechsel 421 fg., systemat. Wert bei Vögeln 648.
Lebermoose, Wachstumseigentümlichkeit 729.
Leberzelle, reduzierende Fähigkeit 426.
Leguminosen 242.
Lembadion bullinum Perty 392.
Lepidium sativum 194, 242, Reizempfindlichkeit 735.
Lepidonotus squamatus, Vorkommen 839.
Leptodora hyalina 36, 290, 656.
Leptolinae im Plankton 561.
Leptomitus lacteus 446.
Lepus cuniculus dom. 208.
Licht, Einfluss auf Blattwachstum 277 fg, auf Kleistogamie 281 fg., Wirkung auf Organismen 661, 731 fg., 784.
Lichtsinn, bei augenlosen Muscheln 385 fg., 810.
Ligia, Entwicklung 779.
Ligula 724.
Limnaeus, Urnieren 492.
Limulus 367.
Linaria elatine 284, *spuria* 284 fg., *vulgaris* 217, Einfluss des Lichts 285.
Linse, Regeneration bei *Triton* 619
Linum, negat. Thermotropismus 693.
Liometopum 56.
Lionotus vermicularis Stokes 391.
Liriope cerasiformis 562, *minima* 562.
Litteratur, russisch-zoologische 119.
Lithodomus dactylus 388.
Lobelia Erinus 284.
Locusta 118, *viridis* 110.
Locustiden 117.
Lopezia coronata 284.
Lophius 555.
Loripes lacteus 388.
Lota vulgaris 295.
Lucioperca sandra 581.
Lumbricus agricola 554, *trapezoides*, Polyembryonie 727.
Lupinus albus 184, *luteus* 194, 242.
Lyriocephalus 168.

M.

Macrobiotus macronyx Duj. 391, Morphologie und Embryologie 582 fg.
Macrothrix 290, *laticornis* Jur. 391.
Mactra helvacea 388, *stultorum* 388.
Magen der Vögel, system. Wert 596.
Malacoclemmys terrapen 203.
Mallomonas var. *producta* 122.
Malva vulgaris 284.
Männliche Präponderanz 591.
Mantiden 117.
Mantis 118.
Marmanema velatoides 562.
Maßangaben, Bedürfnis nach Gleichheit 91 fg.

Mastigocerca capucina 123, 393, 495, *lata* 495, *setifera* 393.
Mastleistung, Ermittelung bei Haustieren 474.
Mayer, Robert, Mitteilungen aus seinem Leben 780 fg.
Medusae, craspedote 561, Sinnesorgane 555.
Megachile, Baukunst 722.
Melandrium album 284.
Melanismus bei *Psilura monacha* 61.
Melissotarsus Beccarii 58.
Mellinus arvensis 23.
Melosira distans Ehrb. 641, var. *laevissima* Grun. 653 fg.
Menschliche Gliedmaßen, stammesgeschichtliche Veränderung 535.
Mesostigma virile n. g. n. sp. 395.
Messor arenarius F. 58.
Meta 551.
Metastasen 174.
Microstoma, ungeschl. Fortpfl. 746 fg.
Mikroorganismen, Verh. zum Zellleben 481 fg.
Mikroskopische Präparate, Sammlungen 718 fg.
Milben, Embryonalhüllen 369, Entwicklung 361 fg.
Milchleistung der Haustiere, Ermittelung 474.
Miliolina seminulum L. 161.
Mimikry, Kasuistik falscher 471 fg.
Mimonectes, falsche Mimikry 472.
Mimulus Tilingi 15 fg., 284 fg.
Miszellen 116, zoologische 166, 201.
Mitosen, Arten 170.
Mitteldarm der Würmer, exkretorische Thätigkeit 838 fg.
Moina paradoxa 318.
Mollusca, Riech- und Schmeckorgane 552.
Moma orion Esp., falsche Mimikry 472.
Momocerus plumbeus 267.
Monadina 394.
Monas vivipara Ehrbg. 88, 194.
Monomorum destructor 56, *dispar* 56.
Monostyla ovata Forbes 289.
Monsonia, Vorkommen 338.
Monstrositäten 219.
Morenia Petersii 203.
Morphologie und Systematik der Vögel 399 fg., 434 fg, 593 fg., 647 fg.
Mucor mucedo 273, *stolonifer* 273.
Muscheln, Lichtsinn augenloser 385 fg.
Muscidenlarven, Reaktion auf Licht 661.
Muscineen, Chromosomenzahl 828.
Mus decumanus 76.
Muskeln der Vögel, syst. Wert 406 fg., 434 fg.
Mutterrecht 68.
Myopie, Vererbung 541.
Myriapoden, Keimblätter 365, Riechorgane 551.
Myriothela phrygia 151.
Myrmiciden 55.
Mysis 111 fg.

N.

Narcissus corbularia, Variation 872.
Narcoris cymicoides 96 fg.
Nassula ornata Ehrbg. 392.
Naturzüchtung 1 fg.
Navicula brevis 659, 731.
Nemachilus barbatula, Vorkommen 295.
Nematoden, Eientwicklung 857.
Nemertinen, Entwicklungsgesch. 317.
Neophylax, Furchung 758.
Neotoma 267.
Nepa cinerea 103.
Nepenthes 249, *albo-marginata* 249, *paradisiaca* 255.
Nephelis obscura maculata 290, *4-striata* 290.
Nephroselmis Stein 395.
Nerven, Wachstum 801.
Nervengewebe, mikr. Darstellung 479.
Nervensystem, Benützung zur Systematik der Vögel 441 fg., Ideen zur Entwicklung 265.
Neurilemm, Entstehungsursache 759.
Nicoria trijuga (var. *thermalis*) 203 fg., *tricarinata* 203.
Niederschläge, Anpassung d. Pflanzen 305, Gehalt an Stickstoff 247.
Niphargus 552.
Noctiluca 198, *miliaris*, Kernteilung 314.
Nomenklatur 225.
Nonne, Naturgeschichte u. Vertilgung der Raupe 59.

391 fg., *longispina* Kell. 392, *striata* Ehrb. 391 fg.
Notommata monopus 495, *truncata* 495.
Notommatadae 494.
Notonecta glauca 103.
Notops hyptopus Ehrb. 392, *laurentinus* 495, *pygmaeus* 495.
Nukleoalbumine, Verh. zu Nukleinen 376.
Nuklein, Synthese 376, Vorkommen 375, Zerfall 379.
Nyctia cirrosa, Vorkommen 839.

O.

Oberschenkel der Vögel, systemat. Wert 404.
Odontomachus chelifer 54, *haematodes* 54.
Oedipoda 117, *coerulescens* 117.
Oekonomie des Wachstums, Ursachen 268.
Oenothera biennis 217.
Ohren der Vögel, Verwertung in der Systematik 593.
Oligochaeten, Mitteldarm 841.
Oligodynamische Erscheinungen 132.
Olynthias 562.
Oniscus, Entwicklung 779.
Opalinen 38.
Ophioglypha lacertosa, Furchung 346.
Ophryoglena 397.
Ophryotrocha puerilis, Geschlechtsverhältnisse 316.
Opossum, Spermatozoen 411.
Orchideen, Agamogenese 260, Thigmotropismus 696.
Organismus, Begriff 613, 625.
Orthogenesis 590.
Orthopteren, Darmlänge 116.
Orthotrope Organe 728.
Osmia 721.
Osmunda regalis, Chromosomenzahl 827 fg.
Os ilei, *os pubis*, systematischer Wert bei Vögeln 401, 402.
Ostrea edulis 388.
Otocysten 110 fg.
Otolithen-Apparate 110 fg.
Oxygenotaxis 690.
Oxygenotropismus 691.
Oxyrrhis marina 87.

P.

Paarungsfamilie 69.
Pachycondyla villosa 54.
Pädagogisch-psychometrische Studien 23, 38, 328.
Palaemon 366, 758.
Palaemonetes varians, verschiedene Formen 318.
Pallavicinia decipiens, Chromosomenzahl 828, 860.
Pandorina, Zellteilung 599.
Pangenesis 269
Pankreassekretion, Physiologie und Pharmakologie 556 fg., Einfluss von Giften und Reizsubstanzen 557.
Panmixie, Aeußerung bei Ameisen-Neutra 4 fg., 267 fg.
Papilio machaon 318
Paramaecium aurelia 623, 663, *bursaria*, Geotaxis 663.
Passer domesticus, Eier 560.
Patellina corrugata Williamson 162.
Pecten, Lichtsinn 386.
Pedalion mirum 393.
Pelargonten, Vorkommen 338.
Pelomyxa 82, *palustris* 86, *villosa* Leidy 86, *viridis* 86.
Pelopoeus, Bauinstinkt 722.
Pelvetia canaliculata 860.
Peneroplis pertusus Forscal 162.
Penicillium glaucum 273.
Pepton 274.
Perca fluviatilis 111, 295, Labyrinth-Exstirpation 570, *ovata* 112.
Perdix cinerea, Eier 560.
Peridinium bipes Stein 391, 398.
Perimysium, Entstehung durch Richtungsreize 763.
Peronema trichophorum Ehrb. 390.
Peronospora parasitica, Eikern 862.
Petromyzon fluviatilis, Befruchtungsvor[illegible]16, Labyrinth-Exstirpatio

Petunia violacea Lindl. 284.
Pezotettix 117.
Pfeilgift, neues 338 fg.
Pfirsich, Beziehung zur Nektarinenfrucht 870.
Pflanzen, Physiologie und Biologie, Fortschritte, 241 fg., 273 fg., 305 fg.
Phacus 390.
Phalangiden 367.
Phalaris canariensis, Reizempfindlichkeit 739.
Phaneroptera 116 fg.
Phaseolus multiflorus, Blätterentwicklung 282, Reizempfindlichkeit 739.
Pheidole 54 fg.
Pheidologeton 54 fg., *diversus* Jerd. 58.
Philodinadae 494.
Pholas dactylus, Gesichtssinn 385 fg., Lichtsinn 812.
Pholcus 366.
Phosphorernährung der Pflanzen 258.
Photodermatischer Sinn blinder Tiere 387.
Photographie, zur Herstellung von Stammestypen 783 fg.
„Photometrie" bei Pflanzen 277, 734.
Photoskiopischer Sinn 386.
Phototaxis (Heliotaxis) 659.
Phoxinus laevis, Vorkommen 295.
Phryganiden 96
Phyciodes, falsche Mimikry 472.
Phycomyces nitens 273, 697, Reizempfindlichkeit 735.
Phyllodoce maculata 840.
Physiologie, Aufgaben 631, 709.
Physoden 129.
Picea vulgaris 827.
Pieris brassica 96 fg.
Pilze, Chemotropismus 273.
Pinguicula 254.
Pinus silvestris 826.
Pisum sativum, Reizempfindlichkeit 739.
Placospongia graeffei 115.
Placospongiae, system. Stellung 115.
Placospongidae 115.
Plagiotrope Organe 728.
Planaria albissima Vejd. 746, 773, *alpina*, ungeschlechtl. Fortpflanzung (*Dana*) 746, 774 fg., *cornuta* 749, 771 fg., *fissipara* Drap. 746, 772, *polychroa* 776, *subtentaculata* Drap. 746, 771.
Plankton, im Balaton 33, Pl.-Expedition, Ergebnisse 561 fg., Gewicht 656, Neue Station 559, Pl.-Organismen, Verteilung in Seen 122, Pl.-Wechsel im Plöner See 651, Pl.-Wesen, Periodizität und Vermehrung 226, Pl.-Zählungen 319.
Planorbulina mediterranensis d'Orbigny 162.
Plantago major 217.
Plasmodien, Verdauung 777.
Plastin, Beziehung zu Nuclein 377.
Pleuronema Chrysalis Ehrb. 391.
Ploa minutissima 103.
Ploima 495.
Plumatella arethusa 290.
Plumularia 140, *echinulata* 140, 682.
Pneumatischer Hammer, bei Labyrinth-Experimenten 579.
Poa alpina 15, *bulbosa* 16, *b. vivipara* 19, *cenisia* 15.
Poduren-Entwicklung 363.
Pollenschläuche, Chemotropismus 691.
Polyarthra 122, *platyptera* Ehrb. 392.
Polycelis cornuta O. Schmidt 746, 749 fg., *felina* 749.
Polycladen-Darm, Entstehung durch Richtungsreize 764.
Polyergus rufescens, Sklaverei 7 fg.
Polygonum bulbiferum 15, *fagopyrum* 184, *viviparum* 15.
Polygordius, Reizempfindlichkeit 731.
Polynoidae, Mitteldarm 839.
Polyommatus phloeas 318.
Polyphemus pediculus 290.
Polyspermie 318.
Polystomella crispa L. 162 fg.
Polytoma uvella 87, 194.
Pompilus apicalis 21, *coccineus* 21, *octopunctatus* 22.
Poneriden 54.
Populus tremuloides 309.
Portesia chrysorrhoea, Phototaxis 660.
Priapulus 840.
Pristina lacustris 290.
Proceratium 55.
Promiskuitätstheorie von Morgan 66.

Prorodon farctus Clap. L. spec. 391, *teres* Ehrb. 391.
Proteinstoffe, Veränderungen b. Stoffwechsel 418.
Protisten, Galvanotaxis 694.
Protoplasma, Begriff 621, Bestandteile 326.
Protospongia 373.
Protozoen 34, 82, neue 390.
Psammobia vespertina, Lichtsinn 386 fg.
Pseudemys 202.
Pseudotremia cavernarum 267.
Pseudoviviparie 11.
Psilura monacha L. 59, var. *eremita* O. 61.
Psophus 117.
Psyche helix, Mimikry 473.
Pterotrachea, Eientwicklung 857.
Pyrrhocoris, Mitteldarm 433.
Pyxis 206.

R.

Radiola linoides 213.
Raja asterias 202, *binocularis* 202, *mireletus* 202.
Rana esculenta 167, *temporaria* 166, Eifurchung 340 fg., Spermatogenese 452.
Ranatra linearis 103.
Rankenwachstum, Wesen 696.
Rattulus sulcatus 495.
Reduzierende Eigenschaft der Gewebe 425.
Regeneration bei Turbellarien 748.
Regressive und progressive Umbildungen 3 fg.
Reiz, Begriff 633.
Reizbarkeit der Pflanzen 273 fg.
Reizphysiologie, Bedeutung für die Ontogenese 657, 689 fg., 727 fg., 753 fg., 800 fg.
Reizschwelle f. Chemotaxis 689, Definition 734.
Reizstimmung 730.
Reizstoffe f. Pflanzenbewegungen 214.
Reservestoffe der Samen, Ursache der Entleerung 256.
Rhea 402.
Rheotaxis 694.
Rheotropismus 694.
Rhinops vitrea Hudson 392.
Rhizobium 242.
Rhizota 495.
Rhus corinus 307, *glabra* 307, *toxicodendron* 307, *typhinus* 307.
Rhynchonella psittacea 841.
Richtungskörperchen, Wesen 858.
Richtungsreize im Tier- und Pflanzenreich 659, Bedeutung in der Ontogenese 753 fg.
Riech- und Schmeckwerkzeuge der Insekten, Prinzip 548.
Riechtasten 545 fg.
Robinia 275.
Rohrzucker, chemotaktische Wirkung auf Laubmoossamen 689.
Ropalonema velatum 562 fg.
Rosa livida 824.
Rotatorien, Vorkommen 300, 494 fg.

S.

Sacculus viridis Gosse 392.
Sachs'sche Nährlösung 485.
Saison-Dimorphismus japan. Schmetterlinge 318.
Salamandra maculosa, Versuchsobjekt für Chromosomenzählung 449 f.
Salmo fario, Vorkommen 295, *lacustris* 294 f.
Salmoniden 447.
Salpa bicaudata 843, *costata* 843, *democratica*, embryonale Entwicklung 841 f., *pennata* 845.
Salpina macrocerca 495.
Salvelinus Nemeyensh, Vorkommen 295, *umbla* 295.
Salvia verbenacea 281.
Sambucus nigra, Träufelspitze 306.
Samenschuppen, Wesen 878.
Saprolegnia ferax 273, Eientwicklung 862, Chromosomen 865.
Sarcocaulon, Vorkommen 338.
Sarkom 174.
Sarracenia 244, *Drummondi* 248, *flava* 248, *illustrata* 251, *psittacina* 248, *purpurea* 248, *rubra* 248, *variolaris* 248.
Saxifraga cernua 15, *nivalis* 15, *stellaris* 15.

Scapholeberis mucronata 290.
Scapula bei Vögeln, systematischer Wert 399.
Scardinius erythrophthalmus, Vorkommen 295, Labyrinth-Exstirpation 593.
Schiefblätter 296.
Schilddrüsen, Sekretion 411 f.
Schildkröten, Zeichnung 201.
Schizocerca diversicornis 393.
Schlaffsucht (Flâcherie) der Seidenraupe 63.
Schlangen 167, 203.
Schleuderzunge 166.
Schlitzblätter, Zweck 312 f.
Schmeckorgane bei Insekten, innere und äußere 550.
Schmetterlinge, Polymorphismus 318, chemotaktische Erregbarkeit 690.
Schwammspinner 60.
Schwann'sche Scheide, Entstehungsursache 759.
Schwerkraft, Wirkung auf frei bewegliche Organismen 663.
Sciadopitys, Doppelnadeln 880.
Scirpus maritimus, Geotropismus 665, 732.
Scolia 126, 722.
Scolopendrium, Verhalten zur chemischen Lichtintensität 281.
Scorpion, Dotterzellen 367.
Scyphomedusen, Knospung 726.
Seen, Fauna hochgelegener 287 f., Bevölkerung 298.
Seestern, Reizempfindlichkeit 554.
Seitenorgane bei Fischen und Amphibien 555.
Selektion, positive und negative 7 f.
Selektionstheorie Darwin's 223, Kritik 609 f.
Selektionswert kleinster Variationen 5.
Sempervivum tectorum, Verhalten zur chemischen Lichtintensität 281.
Sensibilität, definition 544.
Serpula uncinata 662.
Sertularella polyzonias 140 L, Heliotropismus 662 f., 666, 730.
Sida crystallina 290.
Sigaria minutissima 301.
Silene noctiflora 290.
Simocephalus octulus 290.
Sinapis alba 184.
Sinnesorgane, spezifische Definition 545, phylogenetischer Funktionswechsel 545.
Sinnesthätigkeit, Definition 543.
Sinn, Definition nach der Art der Reizform 544, Primitiv-S., abgeleitete 544.
Siphonen, Empfindungswerkzeuge der Muscheln 387.
Sklaverei bei Ameisen, Beziehung zur Vererbung und Selektion 7 f.
Solecurtis strigillatus 388.
Solen ensis 388, *siliqua* 388, *vagina* 388.
Solenopsis 56 f., *fugax*, Verhalten des Eierstocks 6, *geminata*, *nigella* 56.
Solidago serotina 217.
Somatische Zellen, Zusammenhang mit den reproduktiven Zellen 264.
Somatotropismus 697.
Soziologie, Zusammenhang mit der Biologie 65.
Sparganium ramosum, Geotropismus 665, 732.
Spatangidae 371.
Specularia perfoliata 284.
Spelerpes fuscus 166.
Spengel'sches Organ 552.
Sperma des *Dytiscus marginalis*, Eigentümlichkeit 408 f.
Spezifizität der Zellen 169.
Sphacelaria 131.
Sphaeroeca volvox n. g. n. sp. 394.
Sphaeroplea annulina, Spermatozoen 862.
Sphargis (*Dermatochelys*) *coriacea* 206.
Sphendon 201.
Sphex 722
Spielarten, nackte, behaarter Tiere 869.
Spinnen, Embryonalhüllen 369, Riechsinn 551.
Spirillum bodo 744, *undula* 731, 744.
Spirographis 662, *Spallanzanii*, Lichtsinn 811.
Spirogyra 132, Vorgänge im Ei 865, *crassa* 829, *polytaeniata* 829.
Spirostomum ambiguum 623.
Sporophyt, Bezeichnung 821.
Squalius Leuciscus 581.
Stauroneis 661.

Staurophrya elegans Zach. 227.
Stellaria media 284 f.
Stenactis annua 217.
Stenostomum Langi 746.
Stentor caeruleus 623, *igneus fuliginosus* Forbes 289.
Stereotaxis 695.
Stereotropismus 695, bei Tieren 846.
Sterilisierung von Pflanzensamen 483, lebender Tiere 490.
Sternothaerus adansoni 203, *derbyanus* 203 f.
Sterrastros 115.
Sterraster 115.
Steteophyma 117.
Stickstoff, Assimilation bei Pflanzen 241.
Stoffreize, Wirkung auf Bewegung der Organismen 689 f.
Strongylognathus 56.
Struthio 437.
Stütz- und Bewegungsorgane, Anatomie 434.
Stylaria lacustris 290.
Subularia aquatica 12.
Symbiose bei Leguminosen 491.
Süßwasserstation, biologische in Illinois 589.
Synapta digitata 343 fg.
Synchaeta pectinata Ehrb. 392, *stylata* 495, *tremula* Ehrb. 495.
Synura uvella Ehrb. 391.
Systematik, Problem 697.

T.

Tachytes 722.
Taenia coenurus, Knospung 12, *solium* 724.
Tapes (*Venus*) *decussata* 388.
Tardigraden, Morphologie 582 fg.
Tastorgane der Insekten, Zweck 549.
Taurin, Bildung in der Leber 422.
Tegenaria 551.
Telegonie 9 fg.
Teleologie, Betrachtungen 712 fg.
Tellina complanata 388, *nitida* 388.
Temperatur, Einfluss auf Pflanzenwachstum 731.
Tenebrio molitor, negat. Phototaxis 661.
Terminologie, klinische von Roth 64.
Termiten 54.
Tetragonia 216.
Tetracrinus, Spielarten 870.
Testudo (*Chersine*) *angulata* 206, (*Homopus*) *areolata* 206, *calcarata* 206, *elegans* 206, (*Homopus*) *femoralis* 206, *fiski* 206, *geometrica* 206, *graeca* 206, *Horsfieldi* 206, *ibera* 206, *marginata* 206, *microphyes* 206, *nigrita* 206, *oculifera* 206, *pardalis* 206, *platynata* 206, *radiata* 206, *tabulata* 206, *trimeni* 206.
Tetramorium caespitum 56.
Tierschwarm 37.
Tierzucht, Aufgabe der wissenschaftlichen T. 476.
Thamnotrizon apterus 118, *cinereus* 118.
Theridium 366, *maculatum*, Eier 756.
Thermotaxis 693.
Thermotropismus 693.
Thigmotaxis 696.
Thigmotropismus 697.
Thorax der Ameisen, regressive Umbildung 4.
Thylakidium truncatum Schew. 398.
Tibiofemoralindex 590.
„Tierreich", Programm f. d. Werk 344.
Tierzelle, Verhältnis zu Mikroben 488.
Tinca vulgaris, Vorkommen 295.
Tintinnidium fluviatile Stein. 392.
Tomognathus 56.
Torricelli'sches Theorem 698.
Toxalbumin im Pfeilgift *N'gwa* 338.
Torpedo narce 202, *ocellata*, Kernteilung 315.
Träufelspitze bei Blättern, Bedeutung 305 fg., bei fossilen Blättern 310.
Trachea, system. Wert bei Vögeln 648.
Trachelomonas 360, *volvocina* 194.
Trachemys 202.
Trachylinae im Plankton 561.
Tradescantia Selloi 258, 273.
Transversalgeotropismus 665.
Transversalheliotropismus 662.
Traubenzucker 274.
Triarthra longiseta Ehrb. 392.
Trichia fallax, Chromosomenzahl 830.
Trientalis europaea 732.

Trionyx cartilagineus 203 fg., *ferox* 202, *formosus* 202, *gangeticus* 202, *hurum* 202, *leithi* 202, *sinensis* 202, *spinifer* 202, *subplanus* 205.
Triticum spelta 102, *vulgare* 217.
Triton palmatus, Spermatogenese 453, *taeniatus* 619.
Troglophilus 116.
Tropaeolum majus 284, 830 fg.
Tropismen, in der Ontogenese 800.
Truncatulina lobatula Walker 162, Jakob 162.
Trutta lacustris, Polyspermie 315 fg.
Tubularia 372, *mesembryanthemum*, Wachstum 847.
Tunicatae, Geruchs- und Geschmacksorgane 553, Knospung 725.
Turbellarien, Vorkommen 300, ungeschlechtliche Fortpflanzung 745 fg, 771 fg., Entwicklung durch Richtungsreize 765, Tropismen in der Entwicklung 805.

U.

Ueberzählige Glieder 870.
Ulme, Blatt 276.
Ulothrix tenuis Kg. 663, negat. Geotaxis 663, Geschlechtsdifferenzierung 854.
Unfruchtbarkeit der Ameisen-Arbeiterinnen 7.
Ungeschlechtliche Fortpflanzung bei Turbellarien 775.
Unio, Centrosomen 325, *pictorum*, Lichtsinn 813.
Universalsinnesorgane 646.
Unterscheidungsvermögen des Tastsinns, Beziehung zur nat. Zuchtwahl 264.
Unterschenkel der Vögel, systemat. Wert 405.
Uranoscopus 555.
Urceolus Alenitzini Mereschk. 390.
Uredineen, Befruchtungsvorgänge 864.
Urethan, bei Kaninchen-Narkosen 556.
Urnieren bei Süßwasserpulmonaten 492.
Uroglena volvox 230, 391, 395.
Urostyla grandis, negat. Geotropismus 663.
Urteilsfähigkeit bei Tieren (Muscheln) 389.
Urticaria dioica, Träufelspitzen 306.
Ustilagineen, Befruchtungsvorgänge 864.
Utricularia 252, *intermedia* 254, *vulgaris* 254.

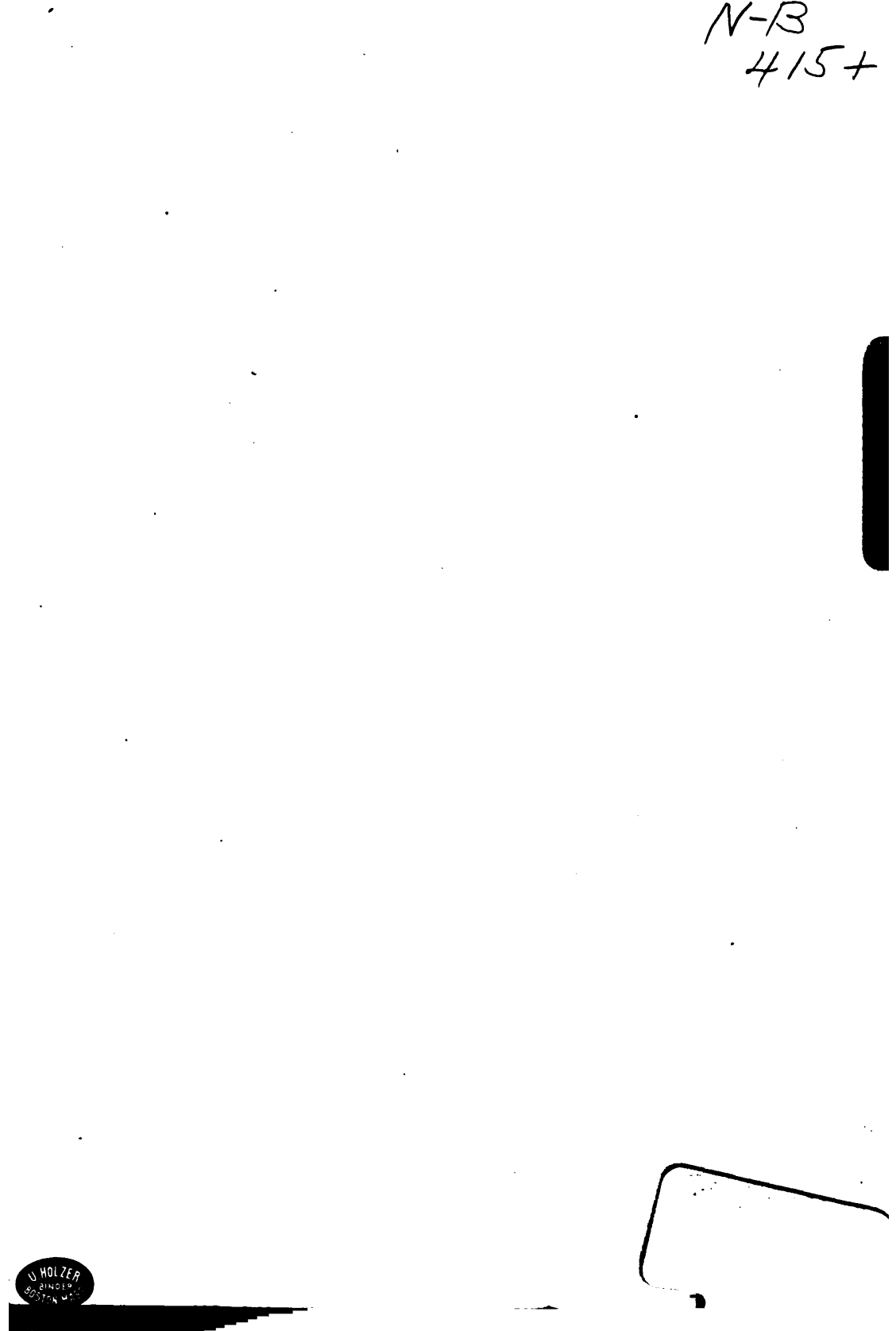
V.

Vakuole, kontraktile 89, 625, Verhalten bei der Verdauung 778.
Vanessa lavana 472, *prorsa* 472
Variation, der Arten 866, diskontinuierliche 867, Einteilung 872.
Varietäten und Variationen 219 fg.
Vaucheria clavata, Chemotaxis 690, 861.
Veilchen, Blütenentwickelung 284.
Venus gallina 388, *verrucosa* 388.
Verdauung bei Infusorien und Plasmodien 777 fg.
Verdauungsorgane der Vögel, taxonomischer Wert 594.
Vererbung, erworbener Eigenschaften 71, 224, 269, 513, 796, V.-Theorien 443 fg., 721 fg., V., neue Schrift 598, V. u. Variation, Auffassung 867.
Verholzung 138.
Veronica buxbaumii 284, *chamaedrys*, Entwässerung der Blätter 307, Atavismus 872.
Viburnum americanum, Blattform 309, *opulus* 309.
Vicia faba 181, Geotropismus 665, *sativa*, Blattwachstum 280.
Vitellocyten 369.
Vitis, Wachstumserscheinungen 734.
Viola odorata 284, Blütenentwickl. 284.
Viviparie bei Pflanzen 16, echte 19.
Volvox, Entwicklung der Geschlechtsprodukte 373, *minor*, Vorkommen 391, Zellteilungsmodus 598, *globator*, Eientwicklung 858.

W.

Wachstumsleistungen d. Pflanzen 177.
Wachstumsrichtung der Organe, Einfluss von Stoffreizen 690.
Wanzen, Vorkommen 189, Wasser-W. 103.
Wärme, Einfluss auf Organismen 693.

N-B
415+



3 2044 103